UDDEHOLM CALMAX®

UDDEHOLM

Вся информация, представленная в брошюре, основана на сегодняшнем уровне 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 на английском языке ”Material safety data sheet”.

Издание 1.03.2011

Последнее пересмотренное издание данной брошюры выпущено на английском языке и доступно на нашем сайте www.uddeholm.com

SS-EN ISO 9001
SS-EN ISO 14001

UDDEHOLM CALMAX

В настоящее время, подавляющее большинство штамповочного инструмента изготавливается из традиционных сталей,'таких как O1, A2, D2, D3 или D6. Считается, что эти стали обеспечивают адекватную износостойкость инструмента, и обладают твердостью, подходящей для большинства областей применения. Однако, низкая прочность, плохая способность к пламенной и индукционной закалке и плохая свариваемость этих сталей зачастую приводят к низкой производительности и высоким ремонтным затратам, вызванным внезапными отказами изготовленного из них инструмента. Uddeholm Calmax предназначена для обеспечения оптимальной экономичности инструментального обеспечения, т.е. минимальной себестоимости на единицу производства.

За последние десятилетия штамповочное производство претерпело ряд значительных изменений. Начали широко использоваться стали с поверхностными покрытиями и нержавеющие стали, все более широко используются высокоскоростные прессы. Для достижения безупречного результата к данным технологическим преимуществам необходимо добавить производство “точно в срок”, повышенную производительность и гарантированный срок службы инструмента. Традиционные штамповочные стали до сих пор “по привычке” рекомендуются и выбираются для использования, но зачастую это приводит к низкой работоспособности и производительности инструмента.

Хорошо сбалансированные свойства Uddeholm Calmax намного лучше подходят для использования с современными материалами заготовок и производственными процессами. Uddeholm Calmax обеспечивает высокую степень безопасности, которая необходима для оптимальной работоспособности инструмента и максимальной производительности.

Общая информация

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

- Высокой прочностью
- Хорошей износостойкостью
- Хорошей сквозной прокаливаемостью
- Хорошей стойкостью к короблениям при закалке
- Хорошей полируемостью
- Хорошей свариваемостью
- Хорошей способностью к пламенной и индукционной закалке

Химический состав % %	C 0.6	Si 0.35	Mn 0.8	Cr 4.5	Mo 0.5	V 0.2
Состояние поставки 1.	Отжиг до твердости примерно 200 H					
Цветовой код	Белый/Фиолетовый					

Области применения

Отличное сочетание прочности и износостойкости позволяет использовать Uddeholm Calmax в целом ряде различных областей применения.

Типичные холодноштамповые области применения

- Обычные”вырубные и формовочные операции
- Высокомощные вырубные и формовочные операции
- Глубокая вытяжка
- Чеканка монет
- Матрицы для холодной экструзии со сложным профилем
- Валки
- Отрезные лезвия
- Прототипы инструмента

Применение для литья пластмасс

- Формы для массового производства
- Формы для литься упрочненных пластмасс
- Формы для литья под давлением

Свойства

Физические свойства

Температура	20°C	200°C	400°C
Плотность кг/м^3	7 770	7 720	7 650
Модуль эластичности Н/мм^2	194 000	188 000	178 000
Коэффициент термического расширения на °C от 20°C	до 100°C 11.7 x 10^{-6}	до 200°C 12.0 x 10^{-6}	до 400°C 13.0 x 10^{-6}
Коэффициент теплопроводности Вт/м°C	–	27	32
Удельная теплоемкость Дж/кг°C	455	525	608

Прочность на сжатие

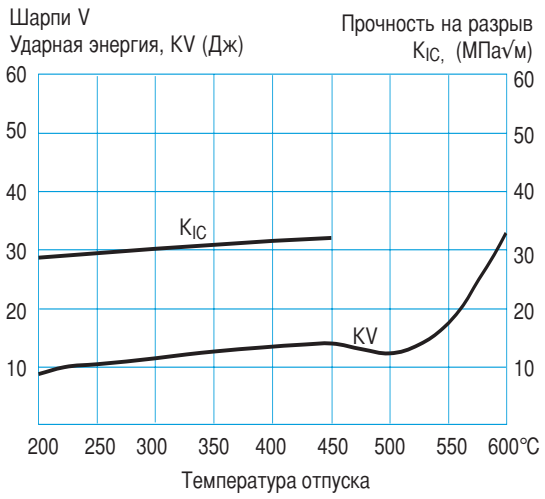
Примерные значения при комнатной температуре

Твердость HRC	Rcm Н/мм^2	Rc0,2 Н/мм^2
56	2300	1900
58	2500	2000
60	2700	2100

Холодноштамповая продукция, для производства которой возможно использование Uddeholm Calmax.

Ударная прочность

Примерные значения при'комнатной температуре для различной температуры отпуска. Закалка при 960°C на воздухе. Двойной отпуск.



Термообработка

Отжиг

Защитите сталь от обезуглероживания, прогрейте насквозь до температуры 860° и выдерживайте при этой температуре в течение 2-х часов. Охладите в печи со скоростью 20°C в час до 770°C, затем со скоростью 10°C в час до 650°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: 600–750°C
Температура аустенизации: 950–970°C, обычно 960°C

Температура °C	Время выдержк* минут	Твердость перед отпуском (HRC)
950	30	62
960	30	63
970	30	64

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

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

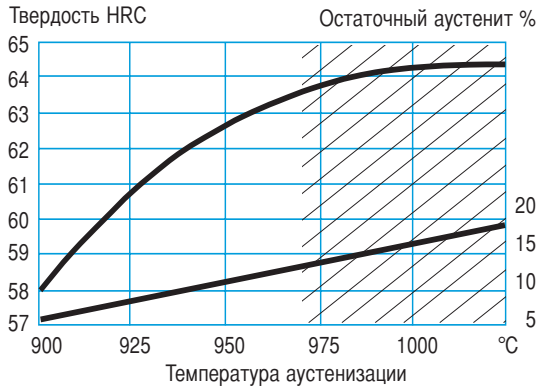
Закалочная среда

- Циркулирующий воздух/газ
- Вакуумная печь с достаточным давлением охлаждающего газа
- Ванна для ступенчатой закалки или псевдоожиженный слой при температуре 200–550°C, с последующим принудительным охлаждением на воздухе
- Масло

Замечание 1: Закалка в масло повышает риск короблений и растрескивания.

Замечание 2: Отпуск инструмента необходимо производить как только он охладится до 50-70°C.

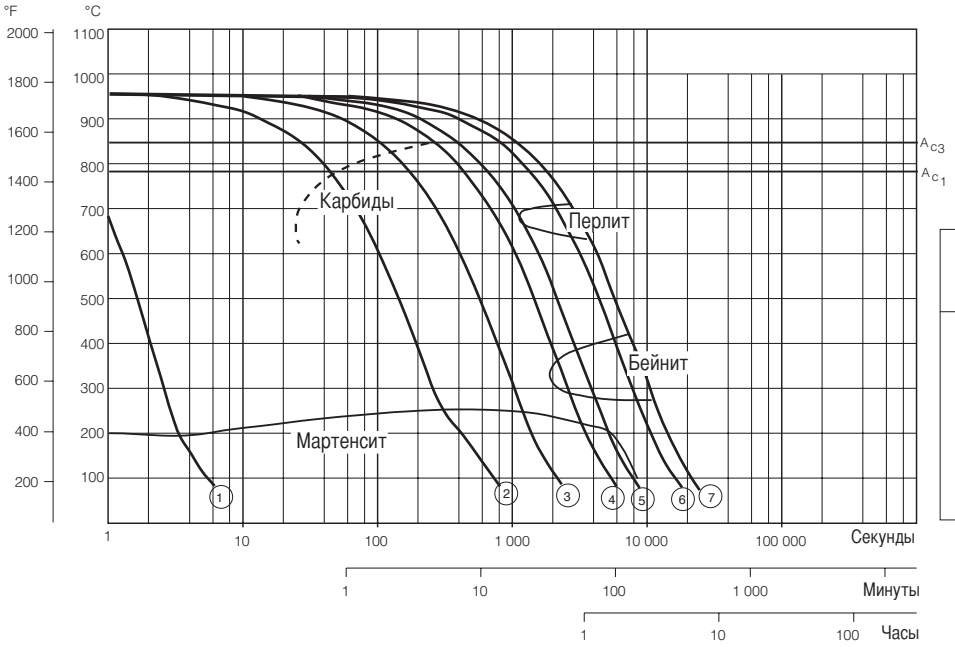
ТВЕРДОСТЬ И ОСТАТОЧНЫЙ АУСТЕНИТ КАК ФУНКЦИИ ТЕМПЕРАТУРЫ АУСТЕНИЗАЦИИ



Риск повышенного роста зерна и снижения прочности

Диаграмма термокинетического распада аустенита при охлаждении

Температура аустенизации 960°C. Время выдержки 30 минут



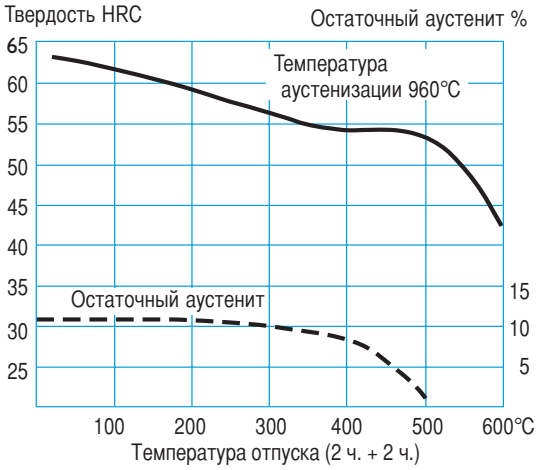
1)	Твердость HV10	$T_{800-500}$ сек.
1	820	1
2	762	107
3	743	423
4	734	1071
5	657	1596
6	455	3228
7	413	4292

1) Номер кривой охлаждения

Отпуск

Выберите температуру отпуска согласно требуемой твердости. Следует производить двойной отпуск с промежуточным охлаждением до комнатной температуры. Самая низкая рекомендуемая температура отпуска 180°C. Выдержка при температуре отпуска должна быть не менее 2-х часов.

ДИАГРАММА ОТПУСКА

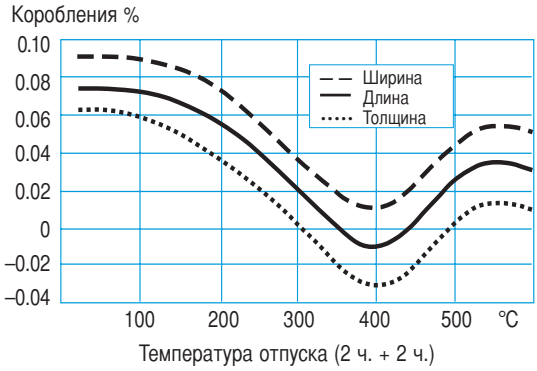


Коробления

Размер коробления при закалке и отпуске инструмента зависит от температуры, вида оборудования и закалочной среды, используемых при термообработке.

Размер и геометрия инструмента также имеют большое значение. Поэтому инструмент всегда должен изготавливаться с учетом припусков на исправление коробления. Для Uddeholm Calmax рекомендуется оставлять припуск 0,20%.

Пример коробления, возникающих в плите размером 100 x 100 x 10 мм, закаленной и отпущенной в идеальных условиях, приведен на диаграмме ниже. Закалка: 960°C/30 мин./воздух.



Обработка поверхности

Некоторые инструменты подвергаются поверхностной обработке для снижения коэффициента трения и повышения износостойкости. Наиболее часто используемые виды обработки поверхности включают азотирование и нанесение износостойких покрытий карбида титана и нитрида титана (методами химического осаждения из паровой фазы - CVD - и физического осаждения из паровой фазы - PVD).

Два наиболее популярных метода азотирования - ионное азотирование и газовое азотирование. Ионное азотирование обычно выполняется при более низкой температуре, чем газовое, и поэтому рекомендуется для азотирования Uddeholm Calmax, если требуемая твердость основного материала ~54 HRC.

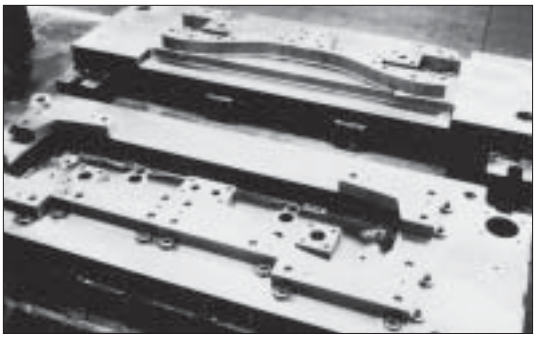
Процесс азотирования	Температура °C	Время (ч.)	Глубина азотированного слоя, □Лm	Твердость основного материала HRC	Твердость азотированного слоя, HV
Ионное	465*	18	200	54	1075
Газовое	510*	12	200	52	1075

* Температура азотирования должна быть на 15–25°C ниже температуры отпуска.

Большая глубина азотированного слоя значительно снижает прочность инструмента. Временем азотирования контролируют глубину азотированного слоя, которая должна выбираться согласно области применения инструмента.

Uddeholm Calmax может также быть использована для нанесения покрытий методом CVD, но температура поверхностной обработки не должна превышать 960°C. После нанесения покрытия инструмент необходимо закалить повторно.

Нанесение покрытий методом PVD производится при температуре от 200°C до 500°C. Твердость основного материала Uddeholm Calmax после нанесения покрытия при 200°C будет выше, чем после нанесения покрытия при 500°C. Однако, соединение покрытия с основным материалом будет лучше после нанесения при 500°C. Температура, используемая при нанесении покрытий методом PVD, должна быть на примерно 20°C ниже температуры отпуска.



Типичный пример вырубного штампа, для изготовления которого возможно использование Uddeholm Calamax из-за повышенных требований к прочности инструмента.

Рекомендации по механической обработке

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

Рекомендации по параметрам механической обработки, приведенные в таблицах ниже, даны для Uddeholm Caldie в отожженном состоянии при твердости примерно 200 HB.

Токарная обработка

Режимы обработки	Черновая обработка твердосплавным инструментом	Чистовая обработка твердосплавным инструментом	Чистовая обработка быстрорежущим инструментом
Скорость резания (v_c) м/мин	150–200	200–250	20–25
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	0.5–3
Обозначение твердого сплава ISO	P20–P30 Твердый сплав с покрытием	P10 Твердый сплав с покрытием или кермет	–

БЫСТРОРЕЖУЩЕЕ СПИРАЛЬНОЕ СВЕРЛО

Диаметр сверла мм	Скорость резания (v_c) м/мин	Подача (f) мм/об
–5	13–15	0.05–0.10
5–10	13–15*	0.10–0.20
10–15	13–15*	0.20–0.25
15–20	13–15*	0.25–0.30

* Для быстрорежущих сверл с покрытием vc = 23–25 м/мин.

ТВЕРДОСПЛАВНОЕ СВЕРЛО

Режимы обработки	Тип сверла		
	Цельное твердосплавное	Со сменными неперетачиваемыми твердосплавными пластинами	С твердосплавным наконечником [1]
Скорость резания (v_c) м/мин	120–150	210–230	70–100
Подача (f) мм/об	0.10–0.35[2]	0.03–0.12[2]	0.15–0.40[2]

[1] Сверло со сменным или напайным твердосплавным наконечником

[2] В зависимости от диаметра сверла

Фрезерование

ПЛОСКОЕ И ТОРЦЕВОЕ ФРЕЗЕРОВАНИЕ

Режимы обработки	Черновое фрезерование твердосплавным инструментом	Чистовое фрезерование твердосплавным инструментом
Скорость резания (v_c) м/мин	160–240	240–280
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	120–150	150–200	40–45[1]
Подача (f_z) мм/зуб	0.006–0.20[2]	0.06–0.20[2]	0.01–0.35[2]
Обозначение твердого сплава ISO	–	P15–P40	–

[1] Для концевых фрез из быстрорежущей стали с покрытием v_c = 55–60 m/min.

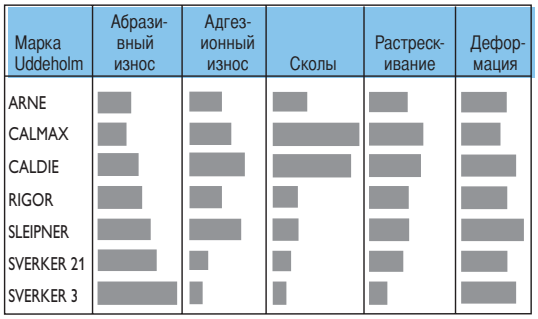
[2] В зависимости от радиальной глубины резания и диаметра фрезы.

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 JV
Профильное шлифование	A 100 LV	A 120 JV

Устойчивость к различным механизмам отказа



Холодноштамповая продукция, при производстве которой возможно использование Uddeholm Calmax в качестве инструментального материала

Сварка

Сварка Uddeholm Calmax может проводиться с хорошим результатом, если принять все необходимые предосторожности.

1. Длина сварочной дуги всегда должна быть минимально возможной. Для минимизации подреза угол наклона электрода к поверхностям свариваемых деталей должен быть 90°. Электрод также должен быть расположен по углом 75–80° по отношению к направлению движения.
2. При больших ремонтных работах, первичная сварка должна проводиться с использованием мягкого расходного материала. Два первых слоя должны быть получены с использованием электрода одного и того же диаметра и с одинаковой силой тока.
3. Большие ремонтные работы должны проводиться при повышенной температуре.
4. Поверхности свариваемых деталей должны быть тщательно подготовлены.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СВАРКЕ ПОКРЫТЫМ ЭЛЕКТРОДОМ (TIG)

Расходные материалы	Твердость после сварки	Твердость после повторной закалки	Температура предварительного нагрева
UTPA 73G2	53–56 HRC	51 HRC	200–250°C (390–480°F)
UTPA 67S	55–58 HRC	52 HRC	
CALMAX/CARMO TIG WELD	58–61 HRC	58–61 HRC	

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РУЧНОЙ ДУГОВОЙ СВАРКЕ

Расходные материалы	Твердость после сварки	Твердость после повторной закалки	Температура предварительного нагрева
UTP 67S	55–58 HRC	52 HRC	200–250°C (390–480°F)
CALMAX/ CARMO WELD	58–61 HRC	58–61 HRC	

Термообработка после сварки

ЗАКАЛЕННОЕ СОСТОЯНИЕ

Отпуск при температуре на 10–20°C ниже температуры предыдущего отпуска.

ОТОЖЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ

Сквозной прогрев до 860°C в защитной атмосфере. Охлаждение в печи со скоростью 10°C/ч. до температуры 650°C, затем на воздухе.

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

ЭЭО

Если электроэрозионная обработка проводится в закаленном и отпущенном состоянии, инструмент следует подвергнуть дополнительному отпуску при температуре на примерно 25°C ниже температуры последнего отпуска.

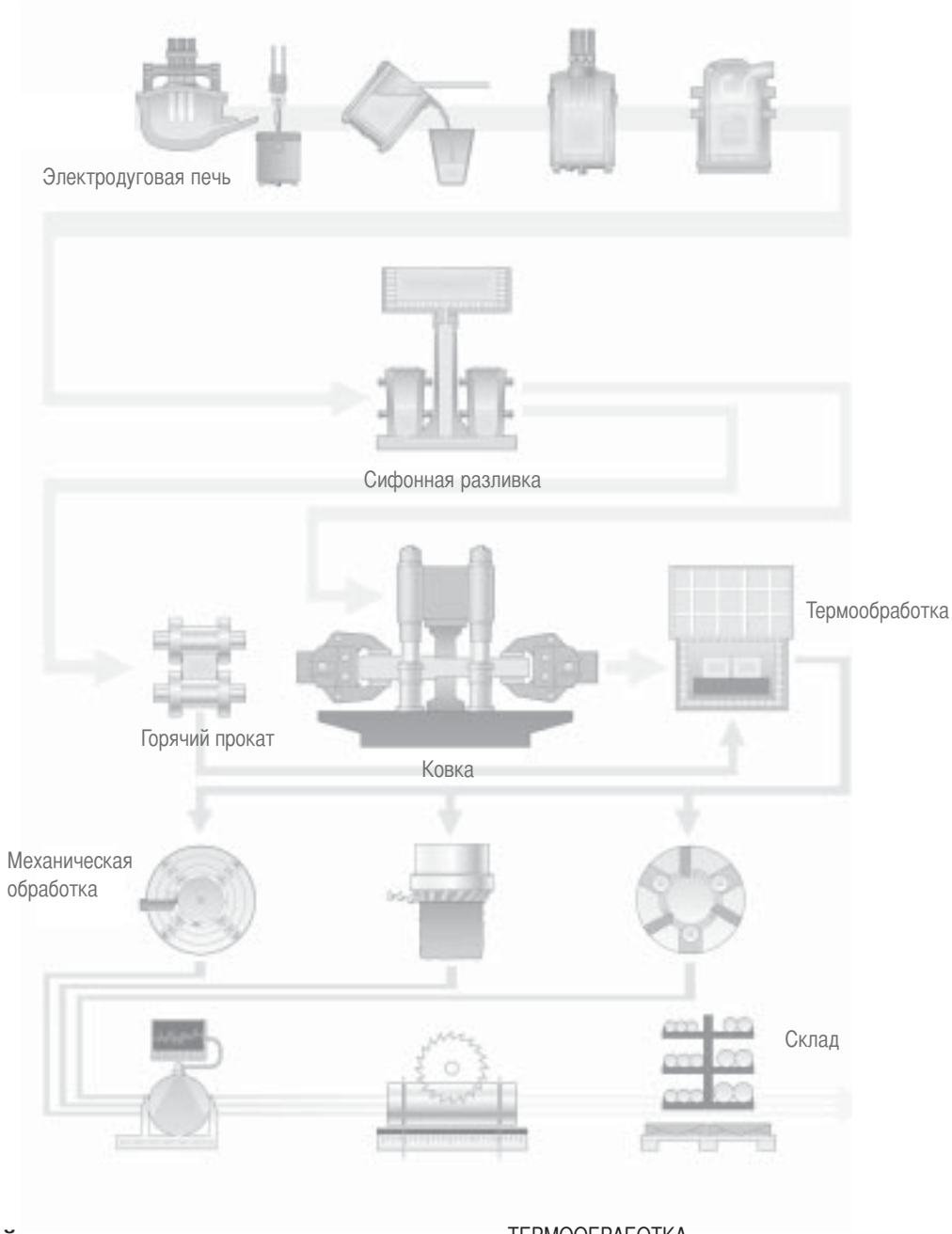
Полирование

Uddeholm Calmax обладаеточень однородной структурой. Это, в сочетании с низким количеством неметаллических включений (благодарая вакуумной дегазации в процессе производства), позволяет получить хорошее качество поверхности после полирования.

Более подробная информация дана в брошюре Uddeholm “Полирование сталей для литья”.

Дополнительная информация

Для получения дополнительной информации о выборе материала, термообработке, областях применения, условиях и сроках поставок инструментальной стали Uddeholm,—включая нашу новую публикацию “Стали для холодноштампового инструмента”, пожалуйста, обращайтесь в Ваше региональное представительство.



Типичный 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 приготовленные формы путем сифонной разливки. После этого слитки отправляются непосредственно на прокатный стан или ковочный пресс для формовки в круглые или плоские прутки.

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 прутков 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 каждого прутка. Торцы прутков 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, нашим дочерним предприятием и эксклюзивным продавцом нашей продукции, совместно с которой мы укрепляем нашу позицию мирового лидера поставщика инструментальной стали.

ASSAB
www.assab.com

UDDEHOLM
www.uddeholm.com

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 или www.assab.com

ASSAB

UDDEHOLM