

KEY[®] LOS 2311

Aço pré-endurecido para
moldes plásticos com
Usinabilidade e polibilidade
melhorada

Características gerais

KeyLos[®] 2311 é o pioneiro das classes de liga de aço em molde, projetado para a fabricação de moldes de pequeno e médio porte, até 600 mm de espessura.

KeyLos[®] 2311 representa a opção ideal para a tecnologia de fabricação de moldes e processamento de plásticos, que está à procura de:

- boa resistência e propriedades mecânicas;
- usinabilidade e polimento;
- micro-limpeza.

Este aço é obtido através de um processo especial de fabricação "superlimpo", que permite um elevado nível de micropureza.

KeyLos[®] 2311 é normalmente fornecido na condição pré-endurecida com dureza superficial entre 280 E 330 HB.

Para os valores de dureza detectados em produtos de tamanho padrão, a seguinte correlação é geralmente válida e garantida:

$$(HB_{\text{Superfície, mín. necessário}} - HB_{\text{Core}}) \leq 20HB$$

Obtém-se um elevado nível de usinabilidade e homogeneidade microestrutural graças a um processo de tratamento de cálcio no aço líquido e a um cuidadoso processo de tratamento térmico.

KeyLos[®] 2311 é a melhor opção clássica para a produção de blocos com baixa e média espessura, até 600 mm, que precisam de um alto grau de homogeneidade de dureza, propriedades mecânicas e resistência em toda a seção do molde.

Em resumo, KeyLos[®] 2311 oferece as seguintes vantagens:

- boa maquinabilidade;
- excelente aptidão para fotogravura;
- excelente aptidão para polimento;
- excelente aptidão para nitratação, a fim de aumentar a resistência ao desgaste da superfície;
- boa resistência ao desgaste em toda a seção do molde;
- ciclo de fabricação otimizado: do bloco de aço ao molde, sem necessidade de tratamentos intermediários.

Também a soldagem, em caso de reparação extrema, é possível.

KeyLos[®] 2311 é 100% ultrassonicamente inspecionado, de acordo com os padrões mais exigentes de NDT.

KeyLos[®] 2311 também é projetado com o objetivo de garantir o uso mínimo de materiais virgens, movendo-se para o uso de categorias de sucata difícil de ser reciclada, que pode se tornar alimento para a produção de aço KeyLos[®] 2311 grau.

Análise química

	Gama	C [%]	Si [%]	Mn [%]	Cr [%]	Mo [%]
KEY[®]LOS 2311	min	0,35	0,20	1,30	1,80	0,15
Liga [% em peso]	max	0,45	0,40	1,60	2,10	0,30

Tabela para comparação da classificação internacional

W. Nr. 1.2311
DIN EN ISO 4957 40CrMnMo7

Os aços de ferramentas da Lucchini RS foram pesquisados e formulados para otimizar as performances materiais.

A marca identifica o produto Lucchini RS e o número evoca a classificação Werkstoff ou outros meios de refletir as características do uso.

Principais aplicações

KeyLos[®] 2311 na condição pré-endurecida é adequado para as seguintes aplicações:

Moldagem de plástico:

- moldes de pequena e média dimensão para a indústria automobilística;
- moldes para produtos da indústria alimentícia;
- moldes para prensagem de borracha;
- moldes de pressão (SMC, BMC);
- reforçadores.

Extrusão:

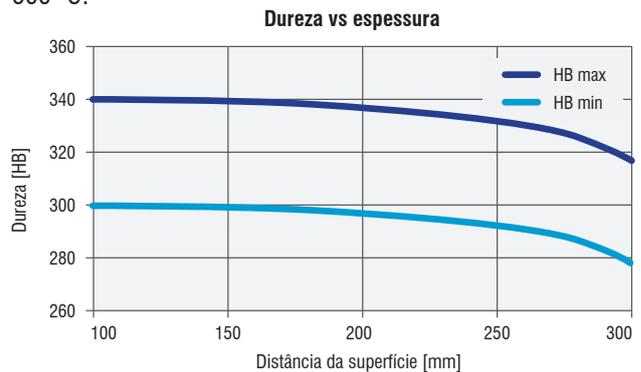
- matrizes e medidores para extrusão de PVC;
- partes mecânicas para prensas de extrusão.

Propriedades físicas e mecânicas

Principais propriedades físicas

KEY[®]LOS 2311	20°C	250°C	500°C
Módulo de elasticidade [GPa] (1GPa = 1000 MPa)	210	196	177
Coefficiente de dilatação térmica [10 ⁻⁶ /K]	-	12,6	14,4
Conductividade térmica [W/mK]	34,0	33,4	33,0

Estes valores são valores médios obtidos a partir do meio da seção de uma barra de 400 mm de espessura, sujeita a endurecimento a 860 °C, resfriamento e Revenimento a 600 °C.



Principais propriedades mecânicas

KEY[®]LOS 2311	20°C	200°C
Resistência máxima à tensão (UTS) [MPa]	1.000	890
Tensão de rendimento (YS) [MPa]	880	750

Tratamentos térmicos

KeyLos[®] 2311 é fornecido na condição pré-endurecida.

Se for necessário obter níveis de dureza diferentes ou se for necessário um ciclo de tratamento térmico, são recomendados os parâmetros da tabela seguinte.

Os dados em anexo destinam-se apenas a fins informativos e devem variar em função da instalação de tratamento térmico e da espessura da barra.

Recozimento suave

Temperatura sugerida	700 °C
Tempo de imersão	60 min a cada 25 mm de espessura
Resfriamento	Lentamente no forno a uma temperatura máxima de 20 °C/h a 600 °C , e depois à temperatura ambiente

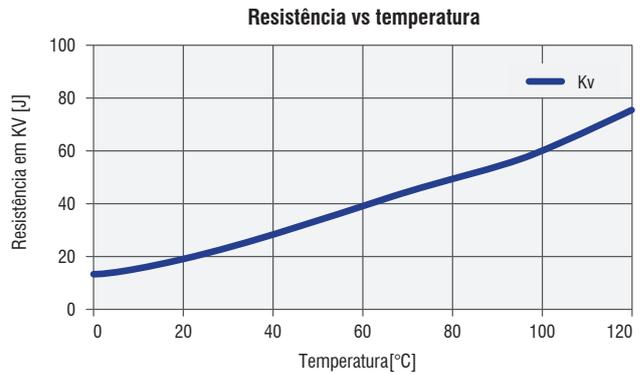
O recozimento suave é útil para melhorar a usinabilidade. A dureza obtida é inferior a 250 HB.

Alívio de tensão

Temperatura sugerida	550 °C
Tempo de imersão	60 min a cada 25 mm de espessura
Resfriamento	Lentamente no forno a uma temperatura máxima de 20 °C/h a 200 °C, e depois à temperatura ambiente

Se a temperatura sugerida for inferior à temperatura de Revenimento, a temperatura de alívio da tensão será 50° C inferior à temperatura de Revenimento aplicada anteriormente.

Recomenda-se o alívio da tensão sempre que seja necessário eliminar as tensões residuais induzidas pelo trabalho mecânico ou por um tratamento térmico anterior.



Endurecimento

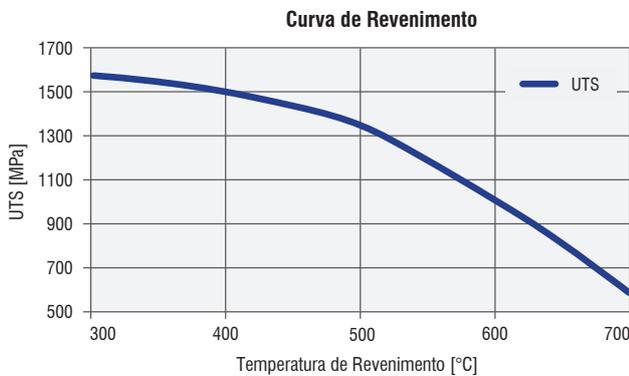
Temperatura sugerida	860 °C
Tempo de imersão	60 min a cada 25 mm de espessura
Resfriamento	Polímero ou resfriamento da água

Sugerimos que se proceda ao endurecimento do material fornecido no estado recozido e à sua Revenimento imediatamente a seguir.

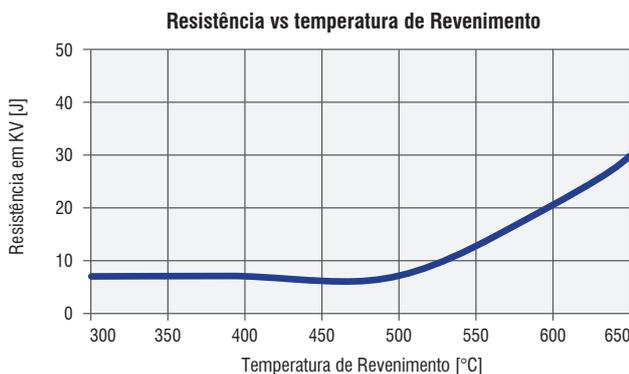
Revenimento

Temperatura sugerida	A temperatura de Revenimento a ser aplicada ao material depende das propriedades mecânicas necessárias. Ver gráfico a seguir.
Tempo de imersão	60 min a cada 25 mm de espessura
Resfriamento	Temperatura ambiente

Temperamentos repetidos duas vezes são recomendados, a fim de reduzir a quantidade de austenita retida.



Curva de Revenimento de uma amostra que foi austenitizada a 860 °C.



Após o Revenimento, sugerimos a realização de um alívio de tensão a uma temperatura inferior a 50 °C.

Em qualquer caso, outras propriedades podem ser analisadas e estudadas mais profundamente pela Lucchini RS a pedido específico do cliente: consulte os especialistas da Lucchini RS do Departamento MET.

Endurecimento por indução

Neste aço é possível realizar o endurecimento por indução.

Recomendamos resfriamento à temperatura ambiente e Revenimento após o tratamento térmico.

Nitretação

KeyLos® 2311 é adequado para nitretação iônica e gasosa. Este tratamento é muito útil para moldes ou matrizes sujeitos a aplicações extremamente tensionantes.

O aumento da dureza da superfície, após nitretação, prolonga o ciclo de vida do componente.

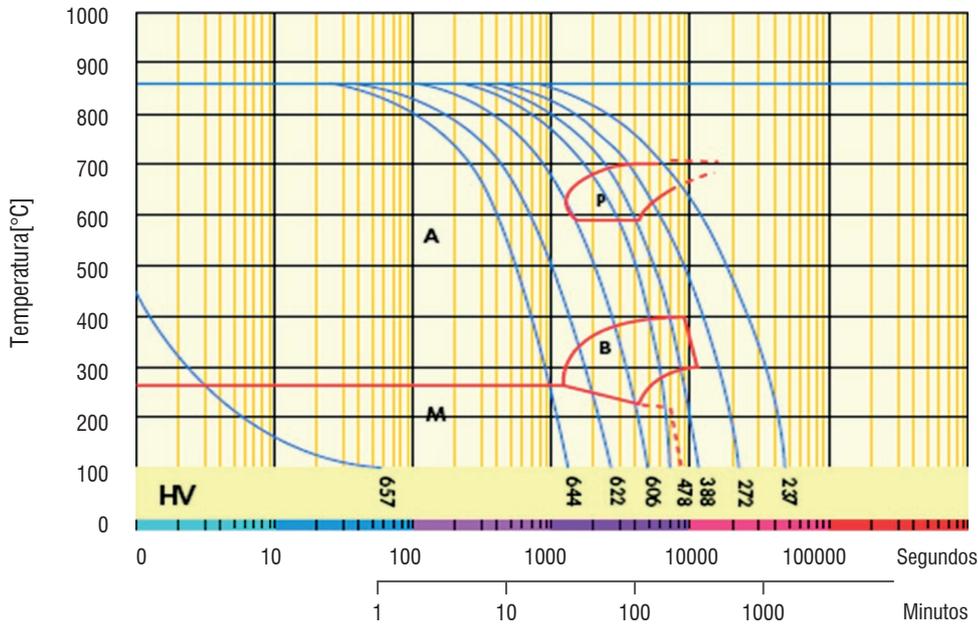
Os processos de nitretação modernos permitem que as dimensões originais do componente sejam mantidas.

Recomendamos o tratamento térmico do componente na condição final de usinagem.

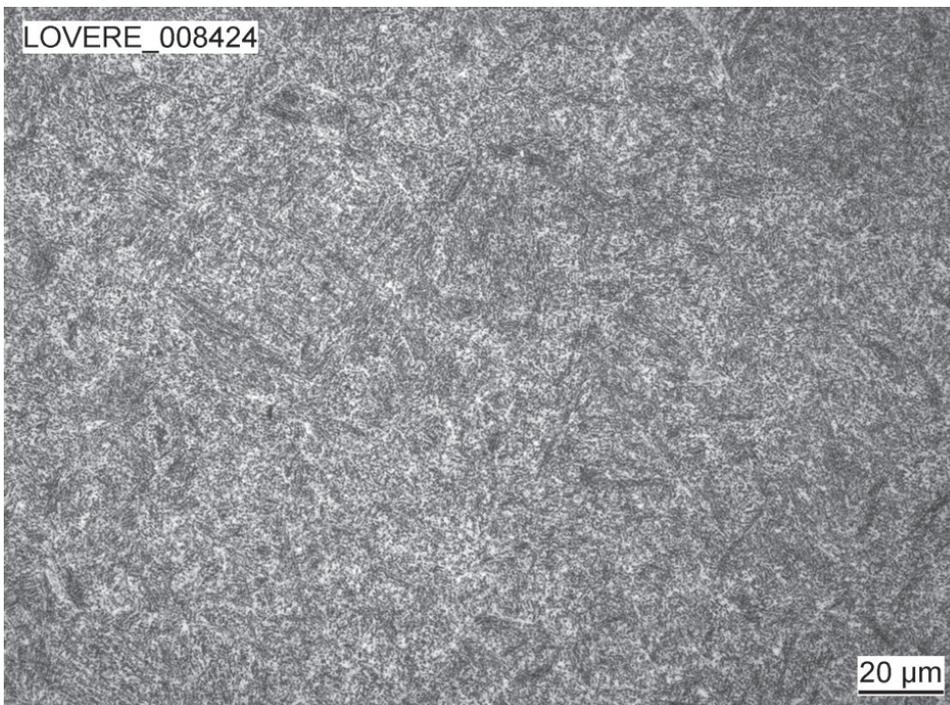
Recomendamos o seguinte ciclo de fabricação, a fim de obter os melhores resultados:

- usinagem de desbaste;
- alívio de tensão;
- término da usinagem;
- nitretação.

Curva CCT



Microestrutura de KEYLOS[®] 2311



A microestrutura do KeyLos[®] 2311 detectada cerca de 20 mm abaixo da superfície é martensita temperada.

Orientação para a usinagem

Os parâmetros a seguir são meramente indicativos e devem ser adaptados à aplicação específica e à máquina utilizada.

Torneamento

Tipo de inserção	Usinagem de desbaste		Usinagem de acabamento	
	P20-P40 revestidos	HSS	P10-P20 revestidos	Cermet
Velocidade de corte V_c [m/min]	140 ÷ 180	(*)	180 ÷ 220	240 ÷ 300
profundidade de corte a_r [mm]	5	(*)	< 1	< 0,5

Moagem

Tipo de inserção	Usinagem de desbaste		
	P25-P35 não revestidos	P25-P35 revestidos	HSS
Velocidade de corte V_c [m/min]	100 ÷ 120	145 ÷ 175	(*)
alimentação f_z [mm]	0,15 ÷ 0,3	0,15 ÷ 0,3	(*)
profundidade de corte a_r [mm]	2 ÷ 4	2 ÷ 4	(*)

Tipo de inserção	Pré-acabamento		
	P10-P20 não revestidos	P10-P20 revestidos	HSS
Velocidade de corte V_c [m/min]	120 ÷ 140	160 ÷ 190	(*)
alimentação f_z [mm]	0,2 ÷ 0,3	0,2 ÷ 0,3	(*)
profundidade de corte a_r [mm]	< 2	< 2	(*)

Tipo de inserção	Acabamento		
	P10-P20 não revestidos	P10-P20 revestidos	Cermet P15
Velocidade de corte V_c [m/min]	190 ÷ 230	240 ÷ 260	280 ÷ 320
alimentação f_z [mm]	0,05 ÷ 0,2	0,05 ÷ 0,2	0,05 ÷ 0,2
profundidade de corte a_r [mm]	0,5 ÷ 1	0,5 ÷ 1	0,3 ÷ 0,5

(*) não é aconselhável

Perfuração

Tipo de inserção	ponta com inserções intercambiáveis	HSS	ponta soldada
Velocidade de corte V_c [m/min]	110 ÷ 140	(*)	70 ÷ 100
alimentação f_z por volta [mm/volta]	0,05 ÷ 0,15	(*)	0,15 ÷ 0,25

(*) não é aconselhável

Fórmulas gerais

Tipo de usinagem	Perfuração	Moagem
n: Número de voltas do mandril	$V_c * 1000 / \pi * D_c$	$V_c * 1000 / \pi * D_c$
V_f : velocidade de alimentação [m/min]	$V_f = f_z * n$	$V_f = f_z * n * z_n$
alimentação f_z por volta [mm/volta]	-	$f_n = V_f / n$
Nota	D_c : fresa ou diâmetro da ponta [mm] V_c : velocidade de corte [m/min] f_z : alimentação [mm]	f_n : alimentação por volta [mm/volta] z_n : N° de inserções para fresa

Valores equivalentes aproximados entre a dureza e a resistência à tração.

HB	530	520	512	495	480	471	458	445	430	415	405	390	375
HRc	54	53	52	51,1	50,2	49,1	48,2	47	45,9	44,5	43,6	41,8	40,5
MPa	1.900	1.850	1.800	1.750	1.700	1.650	1.600	1.550	1.500	1.450	1.400	1.350	1.300

HB	360	350	330	320	305	294	284	265	252	238	225	209	195
HRc	38,8	37,6	35,5	34,2	32,4	31	29	27	--	--	--	--	--
MPa	1.250	1.200	1.150	1.100	1.050	1.000	950	900	850	800	750	700	650

Soldagem

A soldagem do KeyLos[®] 2311 pode dar bons resultados se for observado o seguinte procedimento:

Técnica de soldagem	TIG	MMA
Pré-aquecimento a	250 ÷ 300 °C	
Tratamento térmico recomendado	Alívio da tensão (ver parágrafo relativo ao tratamento térmico)	

Seleção de processos e materiais para a reciclagem de produtos

De acordo com o potencial de reciclagem de aço, a Lucchini RS está adotando uma estratégia de excelência ambiental na concepção e fabricação das suas classes de aço para ferramentas, pondo em prática a ecoefetividade.

Os principais passos adotados são:

- realizar uma avaliação ambiental dos processos e produtos, com a utilização mínima de materiais virgens e formas de energia não renováveis;
- caminhar na direção de processos de fabricação de resíduo zero, considerando que a destinação final de um molde de aço descartado é tornar-se alimento para o próximo processo de fabricação de aço, ou seja, a filosofia de "desperdício igual a alimento";
- realizar uma avaliação do ciclo de vida de cada produto e processo, minimizando o custo ambiental do produto e serviço ao longo de todos os seus ciclos de vida, da criação à eliminação, ou seja, a filosofia "do berço ao berço".

Usinagem de descarga elétrica (EDM)

KeyLos[®] 2311 pode ter sua usinagem feita pela EDM para obter uma forma complexa.

Em seguida, é aconselhável aliviar a tensão do material.

Cromagem

KeyLos[®] 2311 pode ser cromado, a fim de melhorar as características mecânicas na superfície.

No prazo de 4 horas após a cromagem, a fim de evitar o amargor do hidrogênio, é aconselhável efetuar um tratamento térmico a 200°C durante cerca de 4 horas.

Fotogravura

Graças aos processos de produção modernos e ao baixo teor de enxofre, KeyLos[®] 2311 é adequado para a fotogravura para obter vários padrões.

Polimento

KeyLos[®] 2311 é particularmente adequado para polimento.

Lucchini RS S.p.a.

Via Giorgio Paglia, 45
24065 Lovere (BG) - Itália
Telefone +39 035 963566
info@lucchinirs.com

Lucchini Industries S.r.l.

Via Oberdan, 6/A 25128
Brescia - Itália
Telefone +39 035 963566
info@lucchinirs.com

Lucchini Mamé Forge S.p.a.

Via delle Cave, 1
25040 Cividate Camuno (BS) - Itália
Telefone +39 0364 347711
info@lucchinirs.com

Lucchini Tool Steel S.r.l.

Via dei Piazzoli, 1
24040 Suisio (BG) - Itália
Telefone +39 035 4936611
info@LucchiniToolSteel.com

Distribuidor no Brasil:

Conte Distribuidora de aços Ltda
Joinville/SC
Telefone: (47) 3033-2800
e-mail: marlon_vendas@conteacos.com.br
Pessoa de contato: Marlon Conte