



CÁLCULOS



Calculamos su seguridad



ACRISTALAMIENTO DE SEGURIDAD PARA MÁQUINAS
LÁSER
ACRISTALAMIENTOS ESPECIALES
ACRISTALAMIENTO DE AVIONES
TRANSFORMACIÓN DE PLÁSTICOS
CÁLCULOS
DISEÑO Y DESARROLLO



Explicaciones de los cálculos de las clases de resistencia según las normas y proyectos de normas

Capacidad de retención según la norma DIN EN ISO 23125

DIN EN ISO 23125 «Máquinas-herramienta - Seguridad - Tornos» es aplicable a

- Tipo 1: Tornos de control manual sin control numérico
- Tipo 2: Tornos de control manual con capacidades limitadas de control numérico
- Tipo 3: Tornos y centros de torneado de control numérico
- Tipo 4: Tornos automáticos monohusillo o multihusillo

generalmente equipados con portaherramientas de hasta 500 mm de diámetro exterior, y tornos verticales de control numérico y centros de torneado equipados con portaherramientas de hasta 1600 mm de diámetro exterior. En esta norma, la clasificación de las capacidades de retención se realiza de acuerdo con la Tabla 1. Los discos de seguridad BSA se fabrican con policarbonato de 6, 8, 10, 12, 15, 18 o 20 mm de espesor y pueden clasificarse según la Tabla 2.

Diámetro de la herramienta de sujeción (mm)		Velocidad periférica v (m/s)	Dimensiones del proyectil D x a* (mm x mm)	Masa del proyectil m (kg)	Velocidad de impacto vt (m/s)	Energía de impacto	Clase de resistencia
Acerca de	hasta						
	130	25	30 x 19	0,625	32	320	A1
		40			50	781	A2
		63			80	2000	A3
130	250	40	40 x 25	1,25	50	1562	B1
		50			63	2480	B2
		63			80	4000	B3
260	≤500	40	50 x 30	2,5	50	3124	C1
		50			63	4960	C2
		63			80	8000	C3

*D = diámetro | a = longitud lateral de la superficie de impacto para determinar el área (a x a)

(Cuadro 1)

Clase de resistencia de los cristales de seguridad BSA

PC Grosor (mm)	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
6	+	+	-	+	-	-	-	-	-
8	+	+	-	+	+	-	+	-	-
10	+	+	+	+	+	-	+	+	-
12	+	+	+	+	+	+	+	+	-
15	+	+	+	+	+	+	+	+	+
18	+	+	+	+	+	+	+	+	+
20	+	+	+	+	+	+	+	+	+

+ = Se cumplen los requisitos de la clase de resistencia correspondiente | - = No se cumplen los requisitos de la clase de resistencia correspondiente

(Cuadro 2)

La Asociación Alemana de Constructores de Máquinas-Herramienta (VDW) ha definido las clases de prueba suplementarias PK 1 a PK 5 para tornos horizontales de control numérico, que tienen en cuenta mordazas superiores de hasta 8 kg,

véase la Tabla 3. Los discos de seguridad BSA, fabricados con policarbonato de 15 y 18 mm, superan considerablemente los requisitos de la norma DIN EN ISO 23125. Los ensayos de impacto realizados en la IWF de Berlín conforme a las directrices de la VDW con masas y velocidades más elevadas han demostrado que los discos de seguridad con policarbonato de 18 mm superan las clases PK 1 y PK 2, y los discos de seguridad con 20 mm superan todas las clases PK 1 a PK 5. Cabe señalar que estas clases de ensayo no están incluidas actualmente en la norma DIN EN ISO 23125.

DIN EN 12415	Clase de prueba VDW (PK)				
C3	PK1	PK2	PK3	PK4	PK5
v = 80 m/s	v = 89 m/s	v = 63 m/s	v = 69 m/s	v = 55 m/s	v = 59 m/s
E = 8.000 Nm	E = 10.000 Nm	E = 10.000 Nm	E = 12.000 Nm	E = 12.000 Nm	E = 13.000 Nm
m = 2,5 kg		m = 5,0 kg		m = 8,0 kg	

(Cuadro 3)

Capacidad de retención según la norma DIN EN ISO 16090-1

La capacidad de retención se comprueba en ambas normas utilizando el mismo método y la misma masa de proyectil de 100 gramos. La norma DIN EN ISO 16090-1 «Seguridad de las máquinas-herramienta - Centros de mecanizado» y «Seguridad de las máquinas-herramienta - Fresadoras y taladradoras» se refiere a las máquinas-herramienta con herramientas giratorias y piezas de trabajo «fijas» para el corte general de metales en frío.

La capacidad de retención de los cristales de seguridad BSA según estas normas puede consultarse en el cuadro 4. Estas normas no prevén clases de pruebas como en la norma DIN EN ISO 23125.

Grosor del policarbonato (mm)	Masa del proyectil (kg)	Velocidad de impacto (m/s)	Capacidad de retención (Nm)
4	0,10	85	361
6	0,10	100	500
8	0,10	120	720
10	0,10	145	1063
12	0,10	150	1125
15	0,10	155	1200
18	0,10	165	1350
20	0,10	175	1530

(Cuadro 4)

Cálculo de la energía cinética y la resistencia al impacto requerida de los cristales de seguridad con policarbonato según DIN EN ISO 23125 y DIN EN ISO 16090-1.

La capacidad de retención de un disco de seguridad puede calcularse a partir de algunos datos de la máquina. A partir del diámetro o radio, se determina la velocidad exterior máxima del portabrocas o fresa más grande homologado (DIN EN ISO 16090-1):

$$v = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{T} \cdot 1,25 \cdot \frac{\pi \cdot d \cdot f}{T} \cdot 1,25 \cdot \frac{\pi \cdot d \cdot r}{60}$$

$$T = \frac{60}{f} \quad (\text{Conversión de revoluciones por minuto a tiempo de revolución en segundos})$$

La energía cinética que puede liberarse cuando una mordaza de sujeción o la fresa se suelta o se rompe se determina de la siguiente manera:

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

v = Velocidad de la vía (m/s)
r = Radio de la trayectoria circular (m)
d = Diámetro del círculo (m)
T = Plazo de entrega (s)
f = Frecuencia de rotación (UpM)
1,25 = Factor de seguridad

E_k = energía cinética (Nm)
m = Dimensiones de la mordaza o del cabezal de fresado (kg)
v = Velocidad de la vía (m/s)

Ejemplo de cálculo de energía cinética según DIN EN ISO 23125:

El plato de mordazas más grande que se puede utilizar tiene un diámetro circular d de 25 cm (0,25 m). Según el fabricante, la velocidad máxima de rotación del torno es de 5000 rpm (frecuencia de rotación f). El peso m de una mordaza es inferior o igual a 625 gramos (0,625 kg). De ello se deduce que el tiempo de rotación T de la mordaza de sujeción es de 1/5000 minutos o 0,012 segundos.

Factor de seguridad = 1.25

La velocidad de desplazamiento de la mordaza es entonces 65.45 m/s:

$$v = \pi \cdot 1,25 \cdot 0,25 \cdot 5000/60 = 81,81 \text{ m/s}$$

La energía cinética E_k que puede liberarse es de 1339 Nm:

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot 0,625 \cdot 81,81^2 = 2091,52 \text{ Nm}$$

Esto significa que, de acuerdo con la clasificación de la norma DIN EN ISO 23125, la tabla 1 requiere un acristalamiento de seguridad con clase de resistencia B2. A continuación, la tabla 2 muestra que para el acristalamiento de seguridad debe utilizarse policarbonato con un grosor mínimo de 10 mm.

Más información sobre los discos de seguridad BSA

- Al instalar los cristales, hay que asegurarse de que el solape del borde del cristal de seguridad con la carcasa de la máquina sea de al menos 25 mm en todo el perímetro del lado del operador, e incluso de hasta 50 mm en el caso de cristales grandes y grandes masas de proyectiles. Este solapamiento es necesario para evitar que el cristal de seguridad se doble tanto durante el impacto del proyectil que el cristal sea empujado fuera de la carcasa de la máquina. En cambio, un solapamiento menor de los bordes, de al menos 10 mm, puede ser suficiente para cristales relativamente pequeños y velocidades de impacto bajas con proyectiles de 100 gramos..
- Para proteger el cristal de policarbonato del agua de refrigeración y los productos químicos, se aplica una película protectora con un revestimiento resistente a los arañazos y la abrasión, que también tiene propiedades repelentes de la suciedad.
- Además, el borde del cristal de seguridad está sellado con un sellador sin silicona, que impide que los refrigerantes y lubricantes penetren en el policarbonato.
- Además de las muelas de seguridad que cumplen las normas DIN EN ISO 23125, EN 12417 y EN 13128, también fabricamos muelas de seguridad que cumplen otros requisitos normativos, como los requisitos de la norma DIN EN ISO 16089 «Máquinas-herramienta - Seguridad de las rectificadoras fijas».
- Todos los discos de seguridad BSA no contienen silicona ni materiales que la contengan.
- Recomendamos utilizar las normas originales para el diseño de discos de seguridad.