

Zustand	Werkstoffnummer	Zustand nach der Aushärtung [h] bei [°C]	Zugfestigkeit R_m [N/mm ²]	Streckgrenze $R_p 0,2$ [N/mm ²]	%-Dehnung A $ML=50\text{ mm}$ \geq	Härte Rockwell	Vickers Härte (HV)	Elektrische Leitfähigkeit $(\frac{m}{\Omega \cdot \text{mm}^2})$
---------	-----------------	--	--	---	--------------------------------------	----------------	--------------------	--

Brush Legierung 25, CuBe 2

vor dem Aushärten	A F 420	2.1247.40	-	420- 600	140- 210	35	B 45- 80	90-150	9
	unter 25 mm H F 650	2.1247.56	-	650- 900	500- 750	10	B 88-103	200-250	8
	über 25 mm H F 600	2.1247.56	-	600- 800	500- 750	10	B 88-103	180-240	8
nach dem Aushärten	AT F 1150	2.1247.60	3 h/325	1150-1350	1000-1250	3	C 36- 41	360-390	13
	unter 25 mm HT F 1300	2.1247.76	2 h/325	1300-1500	1150-1400	2	C 39- 44	390-430	12
	über 25 mm HT F 1200	2.1247.76	2 h/325	1200-1500	1050-1400	2	C 39- 44	380-420	12

Brush Legierung M 25 Automatenqualität ¹⁾ CuBe 2 Pb, W.Nr. 2.1248

vor dem Aushärten	A F 420	2.1248.40	-	420- 600	140- 210	35	B 45- 80	90-150	9
	unter 25 mm H F 650	2.1248.56	-	650- 900	500- 750	10	B 88-103	200-250	8
	über 25 mm H F 600	2.1248.56	-	600- 800	500- 750	10	B 88-103	180-240	8
nach dem Aushärten	AT F 1150	2.1248.60	3 h/325	1150-1350	1000-1250	3	C 36- 41	360-390	13
	unter 25 mm HT F 1300	2.1248.76	2 h/325	1300-1500	1150-1400	2	C 39- 44	390-430	12
	über 25 mm HT F 1200	2.1248.76	2 h/325	1200-1500	1050-1400	2	C 39- 44	380-420	12

Brush Legierung 10, CuCo 2 Be, W.Nr. 2.1285

Brush Legierung 3, CuNi 2 Be, W.Nr. 2.0850

vor dem Aushärten	A F 250	2.1285.40	-	250- 370	140- 210	20	B 25- 45	70-100	11
	H F 450	2.1285.56	-	450- 550	380- 530	10	B 60- 80	130-180	11
nach dem Aushärten	AT F 650	2.1285.60	3 h/480	650- 800	500- 650	10	B 92-100	195-235	25
	HT F 750	2.1285.76	2 h/480	750- 900	680- 830	8	B 95-102	210-260	27

Brush Legierung 25, CuBe 2 und M 25 Automatenqualität ²⁾ CuBe 2 Pb (W.Nr. 2.1248)

vor dem Aushärten	A F 420	2.1247.40	-	420	140	35			9
	½ H F 650	2.1247.55	-	650	580	5			8
	H F 850	2.1247.56	-	900	730	2			8
nach dem Aushärten	AT F 1140	2.1247.60	3 h/325	1140	1000	3			13
	½ HT F 1250	2.1247.75	2 h/325	1250	1140	1			13
	HT F 1300	2.1247.76	2 h/325	1300	1240	1			12

¹⁾ Nur in Stangen lieferbar
²⁾ Draht bis Durchmesser von 2,0 mm

Hochfeste Legierungen

Die Brush Legierung 25 erreicht die höchste Festigkeit und Härte aller Kupferbasislegierungen. Im ausscheidungsgehärteten Zustand kann die Zugfestigkeit 1400 [N/mm²] überschreiten, die Härte kann bis HV 420 bzw. Rockwell C 44 gehen, und die elektrische Leitfähigkeit beträgt min. 12 [S/m · 10⁶].

Die Brush Legierung 165 enthält weniger Beryllium als die Legierung 25 und hat eine etwas niedrigere Zugfestigkeit und Streckgrenze. Wenn die Anforderungen der Konstruktion es erlauben, kann die Legierung 165 anstelle der Legierung 25 verwendet werden.

Die Brush Legierung M 25 ist ein bleihaltiges Kupfer-Beryllium, das speziell für die Bearbeitung auf Zerspanungsautomaten hergestellt wird. Sie hat die Festigkeit der Legierung 25 mit dem zusätzlichen Vorteil »zerspanbar« zu sein. Sie enthält einen geringen Anteil Blei, dadurch entstehen kleine Späne, die Wärme wird schnell abgeführt und die Werkzeugstandzeit verlängert sich. Man erhält eine ausgezeichnete Oberflächengüte.

Die höchste Betriebstemperatur für die hochfesten Legierungen beträgt 150 °C für Dauerbetrieb. Sie kann für kurzzeitige Aussetzung bis auf 260 °C erhöht werden. Die Zugfestigkeits- und die elastischen Kennwerte werden durch den kurzzeitigen Einfluß von Temperaturen bis 260 °C nicht wesentlich vermindert. Die Prüfungen haben ergeben, daß bei 260 °C nach 1000 Stunden die Zeitstandfestigkeit 420 [N/mm²] betrug.

Legierungen hoher Leitfähigkeit

Die Brush Legierungen 10 und 3 haben im ausscheidungsgehärteten Zustand eine mittlere Festigkeit bis 900 [N/mm²] mit relativ hoher thermischer und elektrischer Leitfähigkeit. Etwa 45% bis 60% von Kupfer.

Die höchste Betriebstemperatur für die hochleitfähigen Legierungen beträgt 175 °C bei Dauerbetrieb. Höhere Betriebstemperaturen können indessen für kurzzeitige Aussetzung, je nach den Betriebsbedingungen, bis 370 °C gesteigert werden.

Anwendungen

Die hochfesten Legierungen werden zur Herstellung von Federn für Tiefziehmatrizen und Schmiedegesenke, für Spritzgießkolbenspitzen, geschlossene Gleitlager, Kunststoffwerkzeuge und Teile für Bohrgeräte im Öl/Kohleabbau verwendet. Gleitlager aus Legierung 25 sind gekennzeichnet durch niedrige Reibung und geringsten Verschleiß. Praktisch ohne Lager-Fressen. Obwohl bei sämtlichen Beanspruchungen hinsichtlich Verschleiß im Vorteil, sind auf Rockwell C 36 – 43 gehärtete Kupfer-Beryllium-Gleitlager besonders kostengünstig. Und dies bei Lagerbelastungen von 320 [N/mm²] und mehr.

Die Legierungen hoher Leitfähigkeit werden für stromdurchflossene Federn und Stecker, elektrische Hochleistungsschalter, Spritzgießkolbenspitzen, Widerstandsschweißelektroden, Elektrodenhalter- und Pistolengehäuse verwendet.

Die Tatsache, daß Kupfer-Beryllium-Legierungen unmagnetisch sind, macht den nützlichen Einsatz in Präzisionsinstrumenten möglich. Ihre Funkenfreiheit wird bei Sicherheitswerkzeugen für explosionsgefährdete Umgebung genutzt.

Verarbeitung

Brush Wellman-Kupfer-Beryllium-Legierungen können nach allen konventionell bekannten Metallbearbeitungsverfahren bearbeitet werden. Verformungs-, Tiefzieh- und Stanzarbeiten, die bei Legierungen im vollausscheidungsgehärteten Zustand schwierig oder unmöglich wären, können mit Material im relativ weichen Zustand vor der Ausscheidungshärtung unproblematisch ausgeführt werden.

Obwohl die hochfesten Legierungen 25, M 25 und 165 normal entweder im kaltverformten oder im ausscheidungsgehärteten Zustand verarbeitet werden, kann der lösungsgeglühte Wärmebehandlungszustand erforderlich sein, wenn stark verformt oder tieflochgebohrt werden soll. Die bleihaltige Legierung M 25 eignet sich besonders für Hochleistungsautomatenzerspanung.

Für zahlreiche Anwendungsfälle, bei denen hohe Leitfähigkeit gefordert ist, kann die Legierung 10 oder die Legierung 3 nach der Ausscheidungshärtung verarbeitet werden. In diesem Zustand wird sie normalerweise vom Verarbeiter eingekauft.

Zerspanung

Im lösungsgeglühten oder kaltverformten Zustand ist die Zerspanbarkeit von Brush Wellman-Kupfer-Beryllium-Legierungen mit der von zahlreichen Kupferbasislegierungen zumindest vergleichbar. Meistens ist die Zerspanbarkeit besser, auch als die der austenitischen rostfreien Stähle.

Das günstigste Bearbeitungsverfahren in jeder mechanischen Werkstatt ist festgelegt aufgrund der zu bearbeitenden Form, der Erfahrung des Arbeiters und der Art der verfügbaren Maschinen. Die in der nebenstehenden Tabelle angegebenen Bearbeitungsdaten sind als erste Richtschnur gedacht. Sie beruhen auf Werten, die von einem unabhängigen Prüflaboratorium für Brush Wellman erarbeitet wurden. Ein zusammenfassender Bericht steht auf Anfrage zur Verfügung.

Allgemein lassen sich Legierungen im kaltverformten Zustand leichter zerspanen als die lösungsgeglühten Legierungen, und zufriedenstellende Ergebnisse erhält man im normalen Werkstattverfahren (siehe Tabelle auf Seite 17). Kupfer-Beryllium verfestigt sich bei der Bearbeitung. Die Tiefe jedes Folgeschnittes muß bis unter die Kaltverformungsschicht reichen. Wenn eine Zerspannung vor der Ausscheidungshärtung vorgenommen wird, müssen auftretende Maßänderungen berücksichtigt werden. Häufig wird eine Endbearbeitung nach der Wärmebehandlung durchgeführt.

In vielen Fällen ist es vorteilhaft, den Werkstoff im ausscheidungsgehärteten Zustand zu zerspanen. Auch wenn etwas niedrigere Bearbeitungsgeschwindigkeiten angewendet werden müssen. Die dabei entstehenden kurzen Späne sind relativ spröde, brechen frei und lassen sich leicht handhaben. Zusätzlich zur verbesserten Spankontrolle werden Wärmebehandlungs- und Reinigungsprobleme beseitigt. Der mit der Wärmebehandlung verursachte Verzug kann dadurch vermieden werden.

Die Legierung M 25 erzeugt sowohl im lösungsgeglühten als auch im ausscheidungsgehärteten Zustand einen kleinen, kurzen Span. Unter gewissen Bedingungen sind die Zerspanungskennwerte mit denjenigen von Automatenmessing vergleichbar. Diese Legierung ist gut für

CuBe-Stangen, Stäbe, Platten, Rohre, Drähte, Schmiedestücke

automatische Zerspanungsarbeiten geeignet. Das Blei in der Legierung bewirkt, daß die Späne leicht abbrechen, und es vermindert den Werkzeugverschleiß. Verstopfungen durch Späne werden an der Werkzeugmaschine praktisch beseitigt. Dadurch wird die Standzeit der Schneidwerkzeuge verlängert.

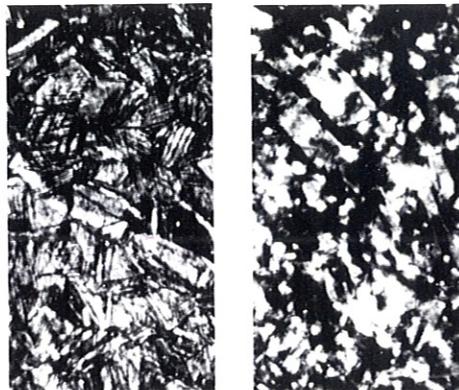
Typische Schlibfbilder der Brush Wellman-Legierung 25 und der Legierung M 25 werden auf Seite 17 verglichen, um die unterschiedlichen Gefüge zu illustrieren. Die Bleipartikel sind einheitlich verteilt als feine Bestandteile. Ein Beitrag zur besseren Zerspanbarkeit. Obwohl die Anwesenheit von Blei die Warmverformung begrenzt, ist nicht das Ansprechen auf die Ausscheidungshärtung beeinflußt. Sie stimmt mit der Brush Legierung 25 überein.

Um die beste Werkzeugleistung zu erreichen, empfiehlt es sich, mit Schneidwerkzeugen unter einem positiven Spanwinkel zwischen 5° und 20° zu arbeiten. Die Verwendung von Spanbrechern zur leichteren Handhabung der Späne beim Drehen ist bei allen Legierungen zweckmäßig. Legierung M 25 und alle Legierungen im ausscheidungsgehärtetem Zustand erzeugen kurze oder leicht zu handhabende Späne.

Obwohl nicht erforderlich, wird die Verwendung einer Schneidflüssigkeit als Kühlmittel und zum Späneabtransport empfohlen. Es wird dadurch die Werkzeugstandzeit verlängert und die Oberflächengüte verbessert. Allgemein wird eine Schneidflüssigkeit aus einem Teil wasserlöslichem Öl in 15 bis 20 Teilen Wasser ausreichend sein. Für einige Zerspanungsarbeiten wie Gewindebohren wird ein Mineralbasisöl mit 5% bis 15% Lardöl empfohlen. Schwefelhaltige Öle verfärben Kupfer-Beryllium.

Obwohl die Flecken nicht schädlich sind, sollten sie unmittelbar nach der Bearbeitung entfernt werden. Besonders dann, wenn die Teile anschließend ausscheidungsgehärtet werden sollen. Die Verfärbung kann durch 20minütiges Eintauchen der Teile in eine 10%ige Natrium-Zyanidlösung (giftig), in einem Bichromat-Tauchbad oder in einem normalen »Glänzbad« entfernt werden.

Falls Sie ausführliche Informationen bezüglich der Verfahren zum Zerspanen von Kupfer-Beryllium wünschen, schreiben Sie oder sprechen Sie uns an.



(links) Gefüge von Legierung 25, ausscheidungsgehärtet. 300fach. – (rechts) Gefüge von Legierung M25, ausscheidungsgehärtet. Man erkennt die der Verbesserung der Zerspanbarkeit dienenden Bleieinlagerungen. 300fach.

Empfohlene Schnitt- und Vorschubgeschwindigkeiten für die Zerspanung von Brush Wellman-Kupfer-Beryllium-Legierungen

Bearbeitung	Schnittgeschwindigkeit m/min.	Vorschub mm/U	Schnitttiefe	Werkzeugmaterial ¹⁾
Legierungen 25, M 25 und 165				
Drehen		0.120 – 0.250	0.640 – 1.300	
angelassen	450	0.005 – 0.010	0.025 – 0.050	C-2
gezogen, hart	360	0.005 – 0.010	0.025 – 0.050	C-2
wärmebehandelt	270	0.005 – 0.010	0.025 – 0.050	C-2
Bohren	60 – 100	0.050 – 0.230		
angelassen	200 – 350	0.002 – 0.009		H.S.S.
gezogen, hart	45 – 75	0.002 – 0.009		H.S.S.
wärmebehandelt	30 – 40	0.002 – 0.009		H.S.S.
Gewindebohren	15 – 30			
angelassen	50 – 100			H.S.S.
gezogen, hart	9 – 15			H.S.S.
wärmebehandelt	3 – 8			H.S.S.
Legierungen 10 und 3 ²⁾				
Drehen	240 – 300	0.25 – 0.64	1.3 – 3.2	C-2
Bohren	38 – 180	0.05 – 0.12		H.S.S.
Gewindebohren	5 – 45			H.S.S.

¹⁾ H.S.S. = Schnellstahl C-2 = Hartmetall

²⁾ Beim Gewindebohren von Brush Legierung 10 und Legierung 3 ist die Schnittgeschwindigkeit sehr kritisch. Je kleiner der Gewindebohrer ist, desto kleiner sollte die Schnittgeschwindigkeit sein.