*Tieftemperaturbehandlung ist **nicht** gleich Tieftemperaturbehandlung !!*

Begriffserklärung

Von einer Tieftemperaturbehandlung (Cryo- oder Kryo-Behandlung) spricht man, wenn Bauteile oder Komponenten einem thermischen Prozess bei tiefsten Temperaturen über einen gewissen Zeitraum ausgesetzt werden.

Was bedeuten nun tiefste Temperaturen bzw. „kryogene“ Temperaturen ?

Wikipedia beschreibt das folgendermaßen:

> *Kryogen (gr.“κρυος“„Frost, Eis“) ist ein Begriff für Stoffe, Prozesse und Eigenschaften im Zusammenhang mit extrem niedrigen Temperaturen.*

Die Cryogenic Society of America (CSA) spricht von einem „cryogenic treatment“, wenn die Temperaturen unter -150°C liegen.

Temperatur

In der Industrie werden Tieftemperaturbehandlungen (TTB) zur Restaustenit Umwandlung im Werkzeugstahl bereits standardmäßig eingesetzt. Dazu wird als Kältemittel entweder „Trockeneis“ (= CO_2) oder flüssiger Stickstoff verwendet.

Damit sind bereits die möglichen Temperaturen festgelegt worden:

- mit dem Trockeneis können Temperaturen bis zu -78°C erreicht werden
- mit dem flüssigen Stickstoff erreicht man schon Temperaturen bis zu -196°C
- theoretisch könnte noch flüssiges Helium verwenden werden, um bis auf -269°C zu kommen. Dies ist aber extrem teuer und damit industriell nicht wirtschaftlich.

Prozessführung

Neben den erreichbaren Temperaturen ist der nächste wichtige Faktor ist die Prozessführung.

Abkühlung:

Eintauchen in flüssigen Stickstoff (bzw. mit flüssig Stickstoff besprühen) – dies ist die extremste Form der Abkühlung. Die tiefsten Temperaturen werden innerhalb von wenigen Sekunden erreicht. Die Bauteile kommen mit der Flüssigkeit direkt in Verbindung.

Computergesteuerte Prozessführung: dabei werden Abkühlraten von wenigen °C/min verwendet. Es dauert einige Stunden, um die tiefsten Temperaturen zu erreichen. Diese Art der Abkühlung erfolgt im absolut trockenen Stickstoff-Gas. Ein Kontakt mit dem flüssigen Stickstoff wird während der Abkühlung verhindert.

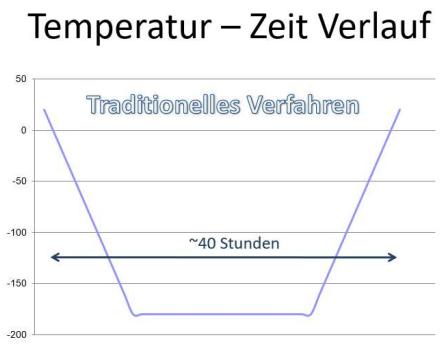
Haltezeit:

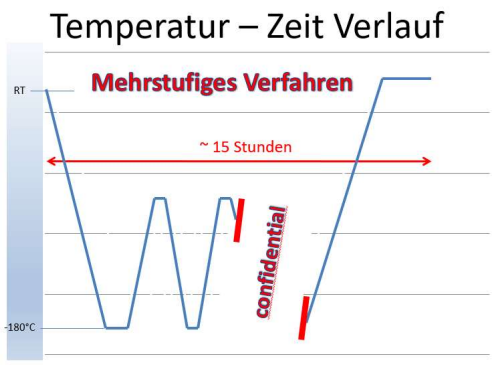
Während der Haltezeit wird das Werkstück bei einer konstanten Haltetemperatur gehalten. Sie dient dem Temperaturausgleich im Werkstück.

In der Literatur findet man unterschiedlichste Angaben über die Haltezeit bei der TTB. Diese reicht von wenigen Stunden bis hin zu 40 Stunden (manchmal sogar noch mehr).

Beim Verfahren, wo Bauteile in den flüssigen Stickstoff gelegt werden, bleiben diese dann für Stunden im flüssigen Stickstoff einfach liegen.

Computergesteuerte Prozesse erlauben hingegen sehr angepasste Prozessführungen, d.h. man kann während der Haltezeit die Temperatur konstant halten oder – um die extrem langen Haltezeiten zu reduzieren – mehrfach abkühlen und wieder erwärmen. Dabei spricht man von mehrstufigen Verfahren.





Aufwärmen auf Raumtemperatur:

Bauteile, die in den flüssigen Stickstoff getaucht wurden, müssen zum Aufwärmen aus dem Behälter entnommen werden und an Luft erwärmt werden. Dabei wird das Bauteil der Luftfeuchtigkeit ausgesetzt. Eine Vereisung ist dabei die Folge.

Bei der computergesteuerten Prozessführung werden die Bauteile gezielt mit einer Heizung langsam auf, bzw. leicht über Raumtemperatur erwärmt. Die Aufheizraten betragen wenige °C/min. Dabei werden die Bauteile in der Stickstoff Gasatmosphäre erwärmt. Die Bauteile kommen nicht mit der Luftfeuchtigkeit in Kontakt und bleiben somit trocken. Eine Vereisung wird dadurch verhindert.

Effekte

Betrachtet man die beiden Varianten der Tieftemperaturbehandlung (Eintauchen in den flüssigen Stickstoff im Vergleich zu einem computergesteuerten mehrstufigen Prozess) dann ergeben sich doch sehr unterschiedliche Effekte.

Die rasche Abkühlgeschwindigkeit führt bei Werkzeugstählen zwar zur gewünschten Umwandlung des Restaustenits in Martensit, aber man handelt sich auch Spannungen im Material ein. Diese können zu Mikrorissen an den Martensit-Korngrenzen führen.

Weitere Veränderungen – wie z.B. Bildung von Sekundärkarbiden, Abbau von Spannungen, Erhöhung der Festigkeit, Verbesserung der Leitfähigkeiten oder Verbesserungen des Korrosionsverhaltens, Veränderungen im Klang von Audio Komponenten und Musikinstrumenten können damit nicht erzielt werden.

Die Vereisung an der Oberfläche beim Aufwärmen an Luft (= Feuchtigkeit) würde Materialien wie Holz zusätzlich zerstören.

Im Vergleich dazu ist der computerunterstützte mehrstufige Prozess mit langsamer Abkühlung und Erwärmung in einer trockenen Stickstoff-Atmosphäre geeignet, um genau diese Eigenschaften ohne Schädigung der Materialien zu erhalten.

Die Behandlung von Holz, Kunststoffe, Kupferlegierungen, Silber, Verbundwerkstoffe, usw. ist dadurch möglich.

Schlussfolgerung

Die Tieftemperaturbehandlung ist nicht gleich Tieftemperaturbehandlung.

Gleich wie bei der Wärmebehandlung, gibt es sehr unterschiedliche Prozesse mit unterschiedlichen Ergebnissen.

In manchen Fällen ist ein einfaches Eintauchen des Bauteiles in flüssigem Stickstoff ausreichend, um z.B. den Restaustenit in Martensit umzuwandeln.

Möchte man aber Effekte wie

- die Verbesserung der Verschleißbeständigkeit (= Bildung von Sekundärkarbiden)
- Abbau von Spannungen
- Erhöhung der Leitfähigkeiten
- Verbesserung der Korrosionseigenschaft
- Erhöhung der Festigkeit
- Veränderung des Klanges von Musikinstrumenten und Audio Komponenten
- etc …

erzielen, dann ist ein computerunterstützter Prozess mit langsamer Abkühlung und Erwärmung – am besten ein mehrstufiger Prozess – in einer trockenen Atmosphäre unbedingt notwendig.

Somit lassen sich auch Materialien wie Stahl, Hartmetall, Kupfer, Kupferlegierungen, Silber, Kunststoffe, Holz, Leder, Filz, sowie Verbundmaterialien, usw. bestmöglich behandeln.

Weitere Informationen und Anwendungsmöglichkeiten der Tieftemperaturbehandlung finden Sie unter www.cooltech.at

Bei Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung.

Wolfgang Lausecker, CoolTech, A-6642 Stanzach, Blockau 64a, +43 676 676 9800 office@cooltech.at