

MF-Umrichtertechnologie zur Vereinfachung induktiver Erwärmprozesse

Medium-frequency converter systems simplify inductive heating

Marcus Nuding

Die passende Frequenz für einen Härteprozess zu finden, kann mit vielen Problemen behaftet sein. Da dabei die Änderung der Frequenz umständlich ist, wurde ein neuer Umrichter entwickelt, mit dem es möglich ist die Frequenz, zum Beispiel über ein CNC-Programm, stufenlos und während des Erwärmprozesses einzustellen und zu verändern. Der Härteprozess kann somit mit verschiedenen Frequenzen den Gegebenheiten des Werkstücks angepasst werden.

The search for the "right" frequency for a hardening process can involve many problems. Since frequency changing is an awkward procedure, a new converter which makes it possible to set and change frequency with infinite fineness during the heating process, via a CNC program, for example, has been developed. The hardening process can thus be matched, by means of selection of appropriate frequencies, to the characteristics and features of the work.

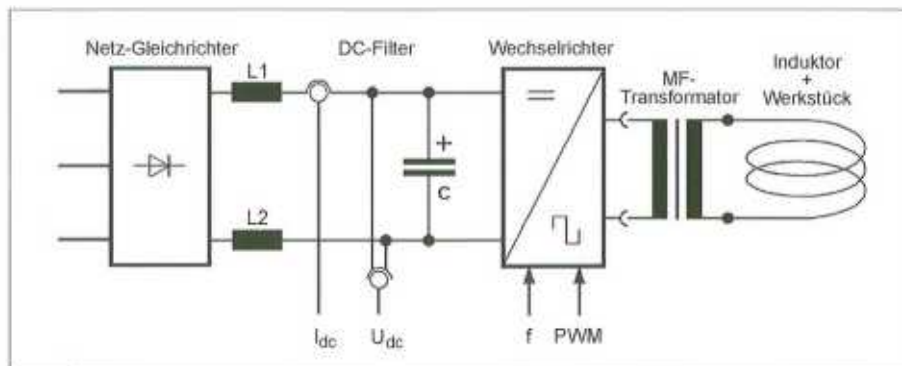


Bild 1: Prinzipdarstellung eines zwangsgeführten Umrichters

Fig. 1: View in principle of a positively actuated converter

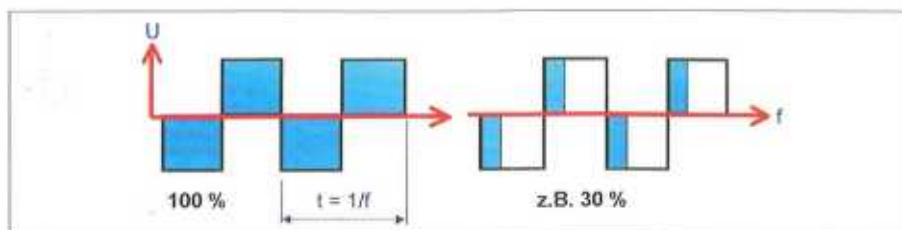


Bild 2: Modulationsverhalten eines zwangsgeführten Umrichters: links: Frequenzmodulation zur Steuerung der Umrichterarbeitsfrequenz rechts: Pulsweitenmodulation zur Steuerung der Umrichterleistung

Fig. 2: Modulation behaviour of a positively actuated converter; left: frequency modulation for control of converter working frequency, right: pulse-width modulation for control of converter power output

Wirkprinzip

Damit ein Umrichter bei einer Wärmebehandlungsaufgabe optimal arbeitet, muss dieser an seine Last angepasst werden. Dies wird heutzutage meist dadurch erreicht, dass zum einen seine Schwingkreisfrequenz verändert wird, um die gewünschte Arbeitsfrequenz des Umrichters zu erhalten, und zum anderen die Größe der Umrichter-Ausgangsspannung mit Hilfe eines Ausgangstransformators verändert wird, um die maximal mögliche Ausgangsleistung zu erhalten.

Im Allgemeinen werden diese Anpassarbeiten am Umrichter nicht systematisch ausgeführt, sondern meistens durch „Probieren“, also empirisch, da für diese Anpassarbeiten detaillierte Kenntnisse des entsprechenden Umrichters nötig sind. Da in der Praxis dieses Fachwissen meist nicht vorhanden ist, führt dies oft zu Problemen und erhöhten Aufwendungen. Zunehmende Rüstzeiten und eine vermehrte Anzahl von Einstellteilen ist die Folge dieser erhöhten Aufwendungen.

Es wird ein neuartiger Umrichtertyp vorgestellt, an dem eine Frequenzanpassung nicht mehr notwendig ist. Hierbei handelt es sich nicht um einen Schwingkreisumrichter, sondern um einen zwangsgeführten Umrichter (IFP):

- I = Independent controlled
- F = Frequency and
- P = Power

Mit ihm ist es möglich Frequenz und Leistung unabhängig voneinander, zum Beispiel über ein CNC-Programm, und innerhalb des Erwärmprozesses stufenlos zu verändern (Bild 1 und 2).



Bild 3: Mehrere Kantenübergänge ohne Durchhärtung an einer Schaltstange

Fig. 3: Series of edge transitions with no through-hardening on a switch lever

Anwendung und Beispiele

Durch die hohe Flexibilität und Reproduzierbarkeit im Prozess ist der IFP-Umrichter für neue Entwicklungen bestens geeignet. Viele verschiedene Härtespezifikationen können schnell und gezielt getestet werden, um die optimale Einstellung zu finden. Dies reduziert langfristig die Anzahl der Einstellteile und spart somit Zeit und Geld.

Komplexe Konturen

Hier zeigt der IFP-Umrichter einen großen Vorteil für das Induktionshärten von geometrisch schwierigen Werkstücken. Bei herkömmlichen Umrichtern neigen die Kantenübergänge, Ecken und Bohrungen meist zu Überhitzungen und damit zu Anschmelzungen. Die bisherige Lösung besteht darin, dass der Vorschub geändert oder der Härteprozess kurz unterbrochen wird, um eine neue, meist

niedrigere, Leistung vorzugeben. Eine Veränderung des Vorschubes oder eine Verringerung der Leistung hat meist zur Folge, dass an dieser Stelle die benötigte Oberflächentemperatur für den restlichen Härteprozess nicht ausreicht und dadurch die geforderte Härte oder Randhärte tiefe nicht erreicht wird.

Mit dem IFP-Umrichter ist es nicht mehr nötig solche Nachteile in Kauf zu nehmen. Mit ihm ist es möglich die Frequenz und die Leistung den geometrischen Gegebenheiten des Werkstücks direkt während des Prozesses anzupassen. Dadurch können leicht Anschmelzungen vermieden und trotzdem die geforderte Härte oder Randhärte tiefe erreicht werden (**Bild 3**).

Frequenzanpassung

Die Frequenz wird bei den herkömmlichen Umrichtern durch hinzufügen oder entfernen von Kondensatoren geändert. Hierbei wird der Härteprozess unterbrochen. Wenn nach einer solchen Frequenzänderung mit demselben Induktor gearbeitet wird, kommt es in der Regel zu einer Fehlanpassung der Ausgangsspannung des Umrichters. Eine Reduzierung der verfügbaren Ausgangsleistung ist die Folge. Um diese Problematik zu kompensieren, muss entweder die Ausgangsspannung zusätzlich angepasst werden, oder ein Umrichter mit entsprechender Leistungsreserve eingesetzt werden.

Der IFP-Umrichter bietet über seinen kompletten Frequenzbereich bis zu 100 % seiner Leistung. Das Einstellen der Frequenz kann beispielsweise un-



Bild 4: Drei verschiedene Frequenzen in einem Härteprozess

Fig. 4: Three different frequencies in a single hardening process



Bild 5: Zwei verschiedenen Frequenzen in einem Härteprozess

Fig. 5: Two different frequencies in a single hardening process

kompliziert über ein CNC-Programm erfolgen. Es kommt bei diesem Umrichter zu keiner Verlustleistung und es entfällt der Bedarf von Leistungsreserven. Kosten können eingespart werden, da keine Notwendigkeit besteht prozessbedingt einen leistungsstärkeren Umrichter zu verwenden (**Bild 4 und 5**).

Anlassen in derselben Arbeitsstation

Wenn ein Werkstück nach dem Härteprozess noch angelassen werden muss, findet dies meist in einer weiteren Arbeitsstation statt. Für diese Arbeitsstati-

International

HWG **INDUCTOHEAT**
An Inductotherm Group Company

Ostweg 5, D-73262 Reichenbach/Fls
Telefon: +49 7153 504-0
Telefax: +49 7153 504-333
info@hwg-inductoheat.de

**Die Aufgabe: Induktionsgehärtete Bauteile.
Die Lösung: HWG Inductoheat!**

Kundenorientierte Lösungen rund um die Induktionstechnologie sind unsere Stärke. Und weil unsere Kunden international sind, sind wir es auch. Die Inductotherm Gruppe ist auf fünf Kontinenten in neunzehn Ländern präsent. Unser Global-Network bietet von der Prozessentwicklung bis zum Anlagenbau im Bereich Induktionstechnologie ein beispielloses Leistungsspektrum. Wir bieten weltweiten 24 Stunden Service und das gute Gefühl echter Kundennähe. Nehmen Sie uns beim Wort.

www.hwg-inductoheat.de



Bild 6: Kantenübergang mit Einkerbung an einer Antriebswelle

Fig. 6: Edge transition with notching on a drive shaft

on wird ein weiterer Umrichter, mit einer anderen Frequenz, benötigt.

Der IFP-Umrichter kann beide Arbeitsschritte, das Härten und das Anlassen, bewältigen. Über ein CNC Programm können die Frequenz und die Leistung stufenlos verändert werden, der Einsatz eines zweiten Induktors sowie einer weiteren Mehrfachstation entfällt.

Reduzierung der Rissempfindlichkeit

Durch ein Vorwärmen mit einer niedrigen Frequenz kommt es im Werkstück zu einer Verringerung von Zug- und Druckspannungen. Somit können rissempfindliche Werkstücke (z.B. Sintermaterial oder hochlegierter Werkzeugstahl) schonender gehärtet werden. Bei rissunempfindlichen Werkstücken kann man durch ein solches Verfahren eine deutlich höhere Randhärteerreichung erzielen. Das Vor-

wärmen führt auch zu einer homogenen Wärmeverteilung, die sich positiv auf den Härteprozess und das entsprechende Ergebnis des Werkstücks auswirkt (**Bild 6**).

Technische Spezifikationen

- Eingangsspannung:
3~400/480 VAC 50/60 Hz
- Frequenzbereich:
Min.: 5 kHz
Max.: 40 kHz
- Gütefaktor:
Max.: 7.0
- Ausgangsleistung:
Bei 5 kHz: 0–300 kW
Bei 40 kHz: 0–300 kW
- Umrichter mit folgenden Leistungen und benötigtem Kühlwasserbedarf verfügbar:
75 kW: 80 l/min
150 kW: 160 l/min
225 kW: 220 l/min
300 kW: 280 l/min
- Ansteuerung:
Über CNC der jeweiligen Anlage
Separat über Umrichtersteuerungs-
panel mit CNC-Schnittstelle

Fazit

Folgende Vorteile der neuen Umrichtertechnologie lassen sich zusammenfassen:

- Hohe Reproduzierbarkeit des Härteergebnisses durch exakte Vorwahl an Frequenz und Leistung

- Leichtes Einstellen des Umrichters auf neue Applikationen – Verringerung von Einstellteilen
- Härten und Anlassen mit demselben Induktor in nur einer Arbeitsstation – kürzere Prozesszeiten
- Eliminiert bei vielen Applikationen die Notwendigkeit von Mehrfachstationen
- Eliminiert den Einsatz eines zweiten Umrichters mit einer anderen Frequenz
- Hohe Prozessflexibilität
- Kontrollierbare Stromeindringtiefe zwischen ca. 2,5 und 7,5 mm unter Verwendung desselben Induktors
- Unterschiedlichste Härteanforderungen durch Frequenzwahl an einem Werkstück realisierbar
- Reduzierung von Zug- und Druckspannungen im Material durch Vorwärmen mit niedriger Frequenz
- Energieeinsparung durch Anwendung niedrigerer Leistung bei Applikationen mit geringer Einhärtetiefe durch Verwendung einer höheren Frequenz anstelle einer höheren Leistung

Dipl. Ing. (FH) Marcus Nuding
HWG Inductoheat GmbH, Reichenbach/Fils

Tel. 07153 / 504 273

E-Mail:

nuding@hwg-inductoheat.de

