

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 969 111 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
24.04.2002 Patentblatt 2002/17

(51) Int Cl.7: **C22C 21/00**, B22D 11/00

(21) Anmeldenummer: **98810591.2**

(22) Anmeldetag: **26.06.1998**

(54) **Metallbolzen mit thixotropen Eigenschaften und Verfahren zu seiner Herstellung**

Metal Bolt having thixotropic properties and process for its production

Boulon métallique ayant des propriétés thixotropes et son procédé de fabrication

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE FR IT LI

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.01.2000 Patentblatt 2000/01

(73) Patentinhaber: **Alcan Technology & Management
AG
8212 Neuhausen am Rheinfall (CH)**

(72) Erfinder:

- **Plata, Miroslaw
1963 Vétroz (CH)**
- **Bolliger, Martin
3973 Venthône (CH)**
- **Arnold, Grégoire
3964 Muraz/Sierre (CH)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A- 0 483 943
US-A- 4 434 837**

WO-A-98/03686

EP 0 969 111 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Metallbolzen nach dem Oberbegriff von Anspruch 1. Im Rahmen der Erfindung liegt auch ein Verfahren zur Herstellung von Metallbolzen sowie deren Verwendung.

[0002] Bolzen mit thixotropen Eigenschaften werden in bekannter Art durch vertikales oder horizontales Stranggiessen einer Metallegierung hergestellt. Zur Erzeugung des für das thixotrope Verhalten erforderlichen feinkörnigen Gefüges wird die Metallschmelze im Erstarrungsbereich kräftig gerührt, wobei sich vor allem elektromagnetische Rührreinrichtungen bewährt haben. Durch den Rührvorgang werden die sich bildenden Dendriten abgesichert bzw. derart zurückentwickelt, dass diese primär erstarrenden Festteilchen eine im wesentliche globulitische Gestalt annehmen. Solche als Vormaterial dienende Bolzen zeigen nach deren Erwärmung auf eine zwischen Solidus- und Liquidustemperatur der eingesetzten Metallegierung liegende Temperatur thixotrope Eigenschaften. Bei derart erwärmten Bolzen enthält die Metallegierung im thixotropen Zustand die zurückentwickelten dendritischen, primär erstarrten Partikel in einer diese umgebenden Matrix aus flüssigem Metall.

[0003] Aus stranggegossenem Material hergestellte Bolzen, die für eine Weiterverarbeitung im thixotropen Zustand vorgesehen sind, weisen nach dem Stand der Technik einen kreisrunden Querschnitt auf. Beim Aufheizen der Bolzen auf die für die Einstellung des thixotropen Zustandes erforderliche Verarbeitungstemperatur ergibt sich infolge der begrenzten Wärmeleitfähigkeit der Metallegierung zwischen der Bolzenoberfläche und dem Bolzenkern ein Temperaturgefälle, welches um so ausgeprägter in Erscheinung tritt, je höher die Aufheizgeschwindigkeit gewählt wird.

[0004] Aus der US-A-4 434 837 ist die Herstellung eines thixotropen Metallstranges bekannt, der auch einen von der kreisrunden Form abweichenden Querschnitt aufweisen kann. Explizit aufgeführt ist ein techteckiges Querschnitt. Auch die EP-A-0 483 943 offenbart die Herstellung eines thixotropen Metallstranges mit Techtekigem Querschnitt.

[0005] Zu Einhaltung eines hohen Qualitätsstandards bei Produkten, die durch Verarbeitung von Werkstoffen im thixotropen Zustand gefertigt werden, ist von wesentlicher Bedeutung, dass der Flüssigmetallanteil über dem Bolzenquerschnitt bei der Verarbeitungstemperatur innerhalb von vorgegebenen Toleranzwerten liegt, beispielsweise zwischen 30 und 50%. Insbesondere ist ein starker Anstieg des Flüssigmetallanteils im Bereich der Bolzenoberfläche infolge einer zu hohen Temperatur unbedingt zu vermeiden. In der Praxis erfolgt daher der Energieeintrag in den Bolzen im Bereich des Fest-/Flüssig-Übergangs zwischen Solidus- und Liquidustemperatur der Metallegierung so langsam, dass an der Bolzenoberfläche die maximal zulässige Temperatur nicht überschritten wird und die Temperatur im Bol-

zenkern nicht wesentlich tiefer ist, so dass der Flüssigmetallanteil über dem Bolzenquerschnitt im vorgegebenen Toleranzbereich liegt. Hierbei ist zu beachten, dass mit zunehmender Verweilzeit im Bereich zwischen Solidus- und Liquidustemperatur ein Kornwachstum der primär erstarrten Festteilchen in der diese umgebenden Matrix aus flüssigem Metall eintritt. Diese Teilchenvergrößerung wirkt sich negativ auf die am Endprodukt gewünschte feinkörnige Gefügestruktur aus. Eine lange Verweilzeit führt zu einer niedrigen Produktionsgeschwindigkeit der für die Weiterverarbeitung aufgeheizten Bolzen. Die Produktionsgeschwindigkeit kann zwar durch Vergrößerung der Anzahl Heizeinrichtungen erhöht werden, jedoch müssen erhöhte Investitions- und Produktionskosten in Kauf genommen werden.

[0006] Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, Metallbolzen der eingangs genannten Art so auszugestalten, dass im Vergleich zu konventionellen Rundbolzen ein schnelleres Aufheizen auf die für die Weiterverarbeitung im thixotropen Zustand erforderliche Temperatur möglich ist.

[0007] Zur erfindungsgemässen Lösung der Aufgabe führt ein Metallbolzen mit den Merkmalen von Anspruch 1. Die beim Aufheizen des Bolzens zum thixotropen Zustand sich zwischen der tiefsten Temperatur im Kern und der höchsten Temperatur an der Oberfläche des Bolzens einstellenden Temperaturdifferenz wird im Vergleich zu einem Bolzen mit kreisrundem Querschnitt bei gleicher Querschnittsfläche unter gleichen Aufheizbedingungen kleiner gehalten bzw. nach kürzerer Aufheizzeit erreicht.

[0008] Der wesentliche Kern der Erfindung liegt darin, dass bei Abweichung von der kreisrunden Querschnittsform bei gleichbleibender Querschnittsfläche die Bolzenoberfläche vergrössert und gleichzeitig der Abstand zwischen Bolzenoberfläche und Kern verkleinert wird. Beide Massnahmen bewirken, dass sich beim Aufheizen eines erfindungsgemäss ausgestalteten Bolzens im Vergleich zu einem Rundbolzen nach dem Stand der Technik mit gleicher Querschnittsfläche unter gleichen Aufheizbedingungen kleinere Temperaturdifferenzen zwischen der Bolzenoberfläche und dem Bolzenkern einstellen. Dies bedeutet andererseits, dass der zur Weiterverarbeitung erforderliche thixotrope Zustand der Metallegierung mit erfindungsgemäss ausgestalteten Bolzen in kürzerer Zeit erreicht werden kann, da die grössere Bolzenoberfläche beim Aufheizen einen höheren Energieeintrag in den Bolzen erlaubt.

[0009] Grundsätzlich weist jeder Bolzen mit einem von der kreisrunden Form abweichenden Querschnitt den vorstehend erwähnten Vorteil gegenüber Rundbolzen auf. Zusätzlich kann die Bolzenform durch spezielle Querschnittsformen den beispielsweise durch Thixoformen herzustellenden Formteilen besser angepasst werden. Die Formen für den Bolzenquerschnitt sind hantel-, kreuz-, stern-, H- oder doppelkreuzförmig.

[0010] Zur Herstellung der erfindungsgemässen Metallbolzen sind alle im Stand der Technik zur Herstellung

von Metallbolzen mit thixotropen Eigenschaften für die Weiterverarbeitung im thixotropen Zustand beschriebenen Verfahren geeignet, bei denen aus einer Metallschmelze ein Strang mit einem thixotropen Gefüge gegossen, der gegossene Strang zu Bolzen abgelängt und die Bolzen zur Einstellung des thixotropen Zustandes vor der Weiterverarbeitung aufgeheizt werden. Erfindungsgemäss wird die Metallschmelze zu einem Strang mit einem vorstehend beschriebenen, von der kreisrunden Form abweichenden Querschnitt gegossen. Beim Aufheizen der Bolzen zum thixotropen Zustand wird die sich zwischen der tiefsten Temperatur im Kern und der höchsten Temperatur an der Oberfläche des Bolzens einstellende Temperaturdifferenz im Vergleich zu einem Bolzen mit kreisrundem Querschnitt bei gleicher Querschnittsfläche unter gleichen Aufheizbedingungen kleiner gehalten bzw. nach kürzerer Aufheizzeit erreicht.

[0011] Die erfindungsgemässen Bolzen bzw. deren Herstellung ist nicht auf einen bestimmten Werkstoff beschränkt. Bevorzugte Werkstoffe sind jedoch Aluminium, Magnesium, Kupfer, Stahl sowie deren Legierungen, wobei sich insbesondere bei Leichtmetallen und ganz besonders bevorzugt bei Aluminium- und Magnesiumlegierungen, die beispielsweise auch faser- oder partikelverstärkt sein können, ausgezeichnete Ergebnisse erzielen lassen.

[0012] Die Bolzen werden bevorzugt auf einer Horizontalstranggussanlage mit einer im Bereich der Kokille angeordneten elektromagnetischen Rühreinrichtung durchgeführt. Derartige Anlagen zur Erzeugung eines Metallstranges mit thixotropen Eigenschaften sind im Stand der Technik hinlänglich bekannt. Das Aufheizen der Bolzen zur Weiterverarbeitung im thixotropen Zustand erfolgt üblicherweise induktiv. Grundsätzlich können jedoch auch andere Heizverfahren bzw. -vorrichtungen eingesetzt werden, mit denen Bolzen rasch und gleichmässig aufgeheizt werden können.

[0013] Ein besonders bevorzugtes Anwendungsgebiet für die erfindungsgemässen Metallbolzen ist die Herstellung von Formteilen durch Thixoformen. Beim Thixoformen wird der durch Aufheizen in den thixotropen Zustand überführte Metallbolzen in eine Füllkammer gegeben und durch Druckbeaufschlagung mittels eines Kolbens in einen Formhohlraum eingebracht bzw. eingeschossen, in welchem die thixotrope Metallegierung als Formteil erstarrt.

[0014] Ein weiteres bevorzugtes Anwendungsgebiet ist die Herstellung eines Profils durch Thixoextrusion. Bei diesem Verfahren wird ein zum thixotropen Zustand aufgeheizter Bolzen durch eine gekühlte Kokille zu einem Profilstrang verpresst.

[0015] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnung; diese zeigt schematisch in

- Fig. 1 den Flüssigmetallanteil einer Aluminiumlegierung als Funktion der Temperatur;

- Fig. 2 einen Temperatur-Zeitverlauf beim Aufheizen eines Metallbolzens aus einer Aluminiumlegierung zum thixotropen Zustand;

5 - Fig. 3 das Temperaturgefälle über dem Querschnitt eines Metallbolzens aus einer Aluminiumlegierung im thixotropen Zustand;

- Fig. 4 - 9 verschiedene Querschnittsformen von Metallbolzen.

[0016] Fig. 1 zeigt am Beispiel der Legierung AlSi7Mg, dass der Flüssigmetallanteil der Legierung beim Aufheizen im Bereich des binären Eutektikums innerhalb eines schmalen Temperaturbereichs von etwa 2°C von etwa 10 auf 50% ansteigt. Aus dem Diagramm ist ohne weiteres ersichtlich, dass das Temperaturgefälle über dem Querschnitt eines Metallbolzens im thixotropen Zustand zur Erzeugung eines innerhalb schmaler Toleranzgrenzen liegenden Flüssigmetallanteils klein gehalten werden muss. Die in Fig. 2 und 3 gezeigten Diagramme wurden an Rundbolzen von 60 mm Durchmesser aus der oben erwähnten Legierung ermittelt. Die Bolzen wurden in zwei Stufen induktiv aufgeheizt. In einer ersten Stufe erfolgte das Aufheizen mit 100% Heizleistung während 95 sec und anschliessend in einer zweiten Stufe während einer Zeit von 200 bis 350 sec mit einer Heizleistung von 23,6%. Verwendet wurde ein Induktionsofen mit einem Innendurchmesser von 80 mm, die Frequenz wurde auf 1 KHz eingestellt. Die wesentlichen Ergebnisse der Fig. 3 sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Hierbei bedeuten T_O die Temperatur an der Bolzenoberfläche, T_K die Temperatur im Bolzenkern, f_{lO} der Flüssigmetallanteil an der Bolzenoberfläche, f_{lK} der Flüssigmetallanteil im Bolzenkern und t_2 die Aufheizzeit der zweiten Stufe.

Tabelle 1

t_2 [s]	T_K [°C]	f_{lK} [%]	T_O [°C]	f_{lO} [%]
200	569.2	26.1	571.5	52.0
250	569.5	31.7	572.3	53.0
300	569.8	40.3	574.1	53.9
350	570.1	51.2	575.8	55.1

[0017] Modellrechnungen an Metallbolzen mit von der kreisrunden Form abweichenden Querschnitten haben gezeigt, dass die Aufheizzeiten zur Erzielung vergleichbarer Temperaturprofile mit vergleichbaren Flüssigmetallanteilen bis zu 50% und mehr reduziert werden können.

[0018] Die Fig. 4 bis 9 zeigen beispielhaft mögliche Querschnittsformen von Metallbolzen. Je nach Anwendungszweck kann sich eine bestimmte Querschnittsform als günstig erweisen. Im wesentlichen ovale, hantel-, kreuz- oder sternförmige sowie H- oder doppelkreuzförmige Bolzenquerschnitte gemäss den Fig. 4 bis

9 eignen sich beispielsweise für die gleichzeitige Herstellung von mehreren Teilen aus einem Bolzen oder auch für grosse Teile. Insbesondere in Kombination mit einem oder mehreren schlitzförmigen Anschnittquerschnitten lässt sich die Palette der durch Thixoformen herzustellenden Teile erweitern. Schlitzförmige Anschnittquerschnitte erhöhen die Scherrate und führen in der Folge zu einer geringeren Presskraft und zu einem besseren Formfüllungsvermögen, was die Herstellung komplex gestalteter Formteile erlaubt.

Patentansprüche

1. Metallbolzen mit thixotropen Eigenschaften für die Weiterverarbeitung im thixotropen Zustand, wobei der Bolzen einen von der kreisrunden Form abweichenden Querschnitt aufweist,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Bolzenquerschnitt hantel-, kreuz-, stern-, H- oder doppelkreuzförmig ist.
2. Verfahren zur Herstellung von Metallbolzen mit thixotropen Eigenschaften für die Weiterverarbeitung im thixotropen Zustand, wobei aus einer Metallschmelze ein Strang mit einem thixotropen Gefüge und mit einem von der kreisrunden Form abweichenden Querschnitt gegossen, der gegossene Strang zu Bolzen abgelängt und die Bolzen zur Einstellung des thixotropen Zustandes vor der Weiterverarbeitung aufgeheizt werden,
dadurch gekennzeichnet, dass
der Bolzenquerschnitt hantel-, kreuz-, stem-, H- oder doppelkreuzförmig ist.
3. Verwendung eines Metallbolzens nach Anspruch 1 oder Anwendung des Verfahrens nach Anspruch 2 zur Herstellung eines Formteils durch Thixoformen.
4. Verwendung eines Metallbolzens nach Anspruch 1 oder Anwendung des Verfahrens nach Anspruch 2 zur Herstellung eines Profils durch Thixoeextrusion.

Claims

1. Metal bolt with thixotropic properties for processing further in the thixotropic state, where the bolt has a cross-section deviating from the circular round form,
characterised in that
the bolt cross-section is shaped as a dumbbell, cross, star, H or double cross.
2. Process for production of metal bolts with thixotropic properties for further processing in the thixotropic state, where from a metal melt is cast a bead with a thixotropic structure and a cross-section deviating

from the circular round form, the cast bead is cut into lengths to form bolts and the bolts are heated to establish the thixotropic state for further processing,

characterised in that

the bolt cross-section is shaped as a dumbbell, cross, star, H or double cross.

3. Use of a metal bolt according to claim 1 or use of a process according to claim 2 for production of a moulding by thixoforming.
4. Use of a metal bolt according to claim 1 or use of a process according to claim 2 for production of a profile by thixoeextrusion.

Revendications

1. Goujon métallique ayant des propriétés thixotropes pour la transformation à l'état thixotrope, dans lequel le goujon présente une section transversale qui diffère d'une forme circulaire,
caractérisé en ce que la section du goujon présente une forme en 8, en croix, en étoile, en H, ou en double croix.
2. Procédé pour la fabrication de goujons métalliques ayant des propriétés thixotropes pour la transformation à l'état thixotrope, dans lequel on coule à partir de métal en fusion un ruban à structure thixotrope et présentant une section qui diffère d'une forme circulaire, on découpe à longueur le ruban coulé pour former des goujons, et on réchauffe les goujons afin d'établir l'état thixotrope avant la transformation,
caractérisé en ce que la section du goujon présente une forme en 8, en croix, en étoile, en H, ou en double croix.
3. Utilisation d'un goujon métallique selon la revendication 1, ou application du procédé selon la revendication 2, pour la réalisation d'une pièce conformationnée par thixo-formage.
4. Utilisation d'un goujon métallique selon la revendication 1, ou application du procédé selon la revendication 2, pour la réalisation d'un profil par thixoeextrusion.

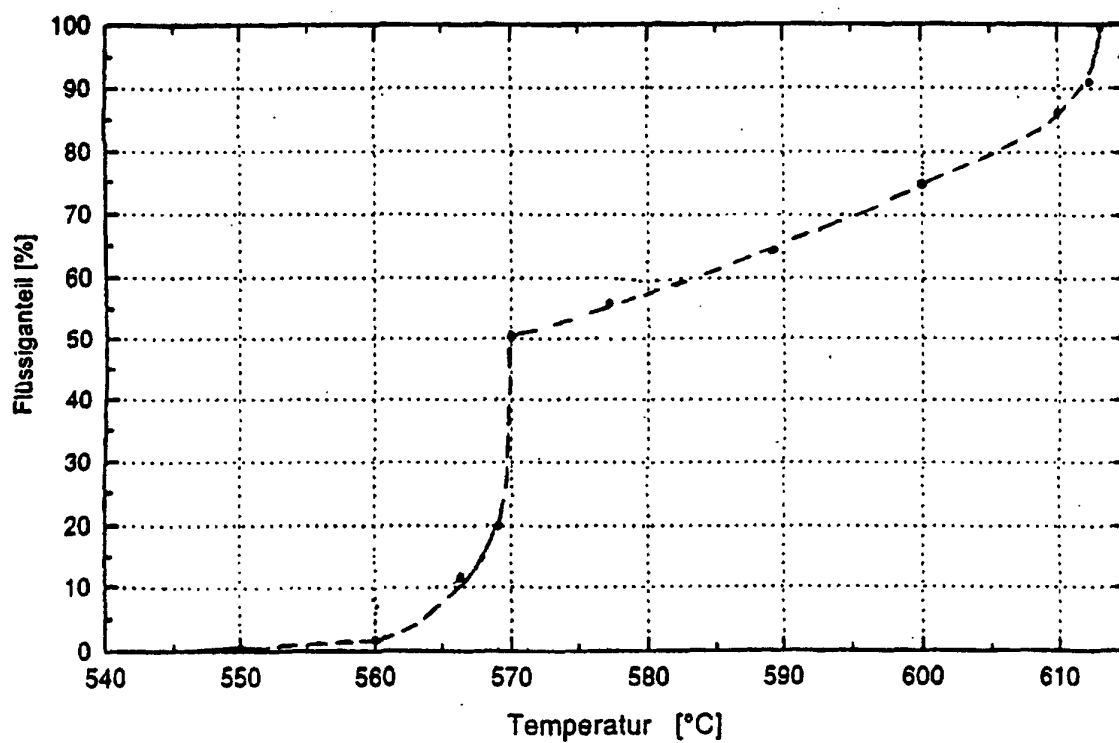


Fig.1



Fig.4



Fig.5

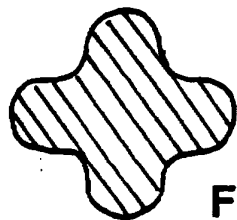


Fig.6

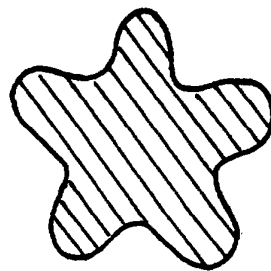


Fig.7

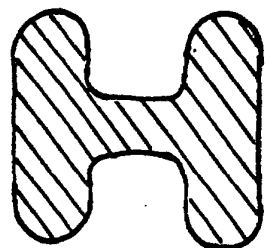


Fig.8

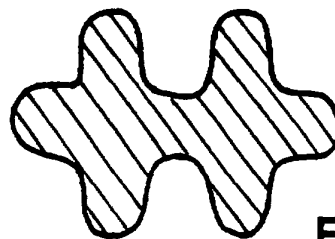


Fig.9

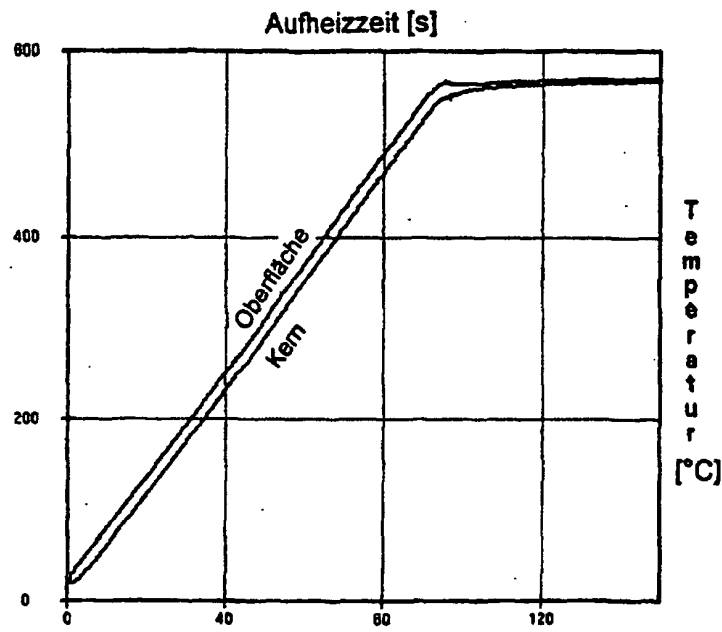


Fig.2

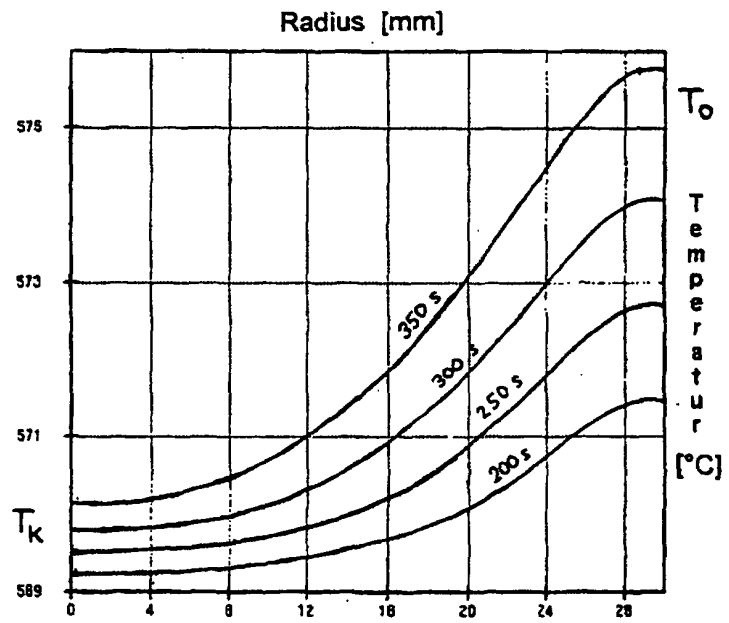


Fig.3