

PRÄZISIONSGUSS AUS NITRIERBAREM TITANSTAHL*

Von

T. VÍSI

Mechanisch-Technologisches Institut der Technischen Universität, Budapest

(Eingegangen am 20. Februar 1959)

Einleitung

Die weite Verbreitung des Präzisionsgußverfahrens ermöglichte die Erzeugung zahlreicher Bestandteile nach dieser Methode, die früher geschmiedet oder gepreßt werden mußten. Die nachträgliche Bearbeitung von Präzisionsgußstücken stellt sich wesentlich billiger, da das Verfahren glatte Oberflächen gibt und eine Maßgenauigkeit von 0,02—0,05 mm/cm erzielen läßt. Es gestattet auch das Gießen komplizierter Bestandteile, deren Herstellung durch spannabhebende Bearbeitung überaus kostspielig wäre [1].

Die Oberfläche gewisser, im Präzisionsgußverfahren hergestellter Bestandteile muß durch Zementierung gehärtet werden, doch erleiden die Bestandteile beim Einsatzhärten, besonders aber beim darauffolgenden Abschrecken starke Maßveränderungen, so daß das Zementieren der Gußstücke die Vorteile des Präzisionsgußverfahrens zumindest herabsetzt. Aus diesem Grunde schien es zweckmäßig zu untersuchen, wie gewisse Bestandteile im Präzisionsgußverfahren aus nitrierbaren Stählen hergestellt werden könnten. Um an den üblichen Chrom-Aluminium-Molybdän- oder ähnlichen nitrierbaren Stählen eine ca. 0,5 mm tiefe Oberflächenschicht erhalten zu können, bedarf es einer Nitrierdauer von etwa 50 Stunden, eine Behandlungszeit, die die Verwendbarkeit nitrierbarer Stähle naturgemäß einschränkt. Andererseits steht fest, daß sich die Nitrierdauer durch Legierung mit Titan wesentlich verkürzen läßt [2, 3].

Auf dieser Grundlage wurden Versuche darüber angestellt, ob sich Ringschiffchen für Haushaltnähmaschinen aus titanlegierten Weichstählen nach dem Präzisionsgußverfahren mit nachfolgender kurzzeitiger Nitrierhärtung günstig herstellen lassen. Es war hierbei die Anforderung gestellt, am Präzisionsgußstück in kürzerer oder höchstens in der gleichen Zeit wie beim Zementieren, eine 0,3—0,5 mm tiefe Oberflächenschicht zu erzielen, die dieselbe Schichthärte von 50—60 RC aufweisen sollte, wie die durch die Einsatzhärtung erreichbare Oberflächenschicht. Der herzustellende Bestandteil ist im *Bild 1* dargestellt.

* Diplomarbeit im Auftrag des Mechanisch-Technologischen Instituts (Professor : L. GILLEMOT).

Zur Lösung der Aufgabe mußte vorerst die mit Kohlenstoffstahl legierbare Titanmenge ermittelt, die für den Betrieb am besten geeignete Titan-

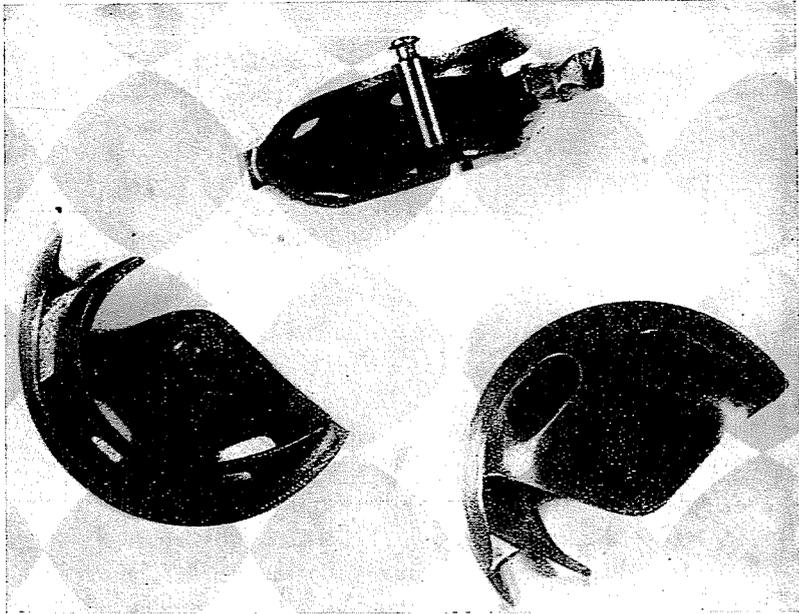


Bild 1. Nach dem Präzisionsgußverfahren hergestellte Nähmaschinenteile

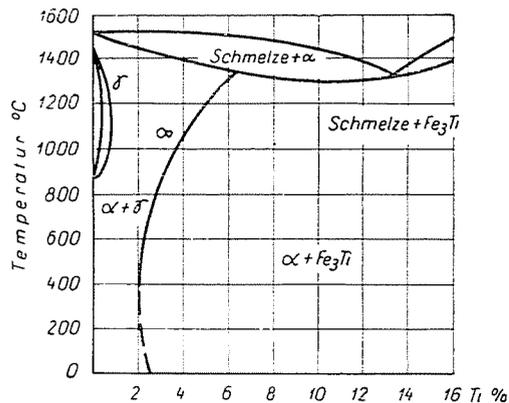


Bild 2. Zustandsdiagramm des Eisen—Titan-Systems (Tofaute und Büttinghaus)

legierungstechnologie ausgearbeitet und schließlich der Gang der Nitrierhärtung festgelegt werden.

Der Titangehalt praktisch verwendbarer Baustähle darf 2% nicht überschreiten. Das Zustandsdiagramm des Eisen-Titan-Systems gemäß TOFAUTE und BÜTTINGHAUS [4] veranschaulicht Bild 2. Wie aus dem Schaubild hervor-

geht, scheidet bei einem Titangehalt von über rund 2% die spröde Fe_3Ti -Phase aus, weshalb die Verwendung von Legierungen mit mehr als 2% Titan unzweckmäßig erscheint. Es ist ferner festgestellt worden [3], daß man zur Erzielung einer geeigneten Oberflächenschichthärtte zweckmäßig ein Ti/C-

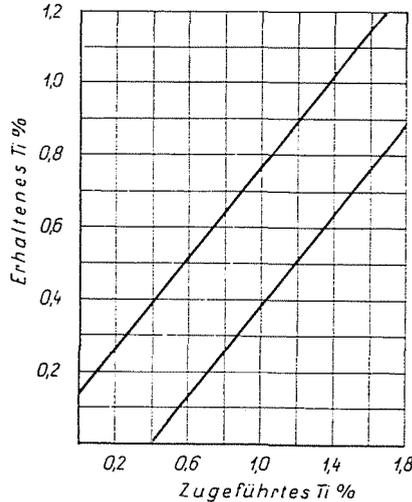


Bild 3. Beim Legieren mit Titan beobachtetes Ausbrennen

Verhältnis von mehr als 4 : 1 wählt, da bei gleicher Nitrierdauer und -temperatur die Oberflächenschicht nitrierter Stähle umso härter ausfällt, je größer das Verhältnis Ti/C. Demnach mußten unter den in Frage kommenden Stählen diejenigen mit möglichst geringem Kohlenstoffgehalt gewählt werden, um ein geeignetes Verhältnis Ti/C erhalten zu können. Stähle mit möglichst geringem Kohlenstoffgehalt zu verwenden, war auch deshalb zweckmäßig, weil mit einem starken Ausbrennen des Titans gerechnet werden muß, wie dies aus Bild 3 [5] hervorgeht. Aus diesem Grunde wurden bei den Versuchen Stähle mit 0,6–1,2% Titan und 0,15–0,17% Kohlenstoff verwendet, von Zusammensetzungen also, die selbst bei Berücksichtigung des Ausbrennens das erwünschte Ti/C-Verhältnis von 4 : 1–6 : 1 aufweisen mußten.

Beschreibung der Versuche

Bei den Versuchen wurden zwei elektrische Lichtbogen-Strahlungsöfen mit horizontalen Kohlenelektroden benützt. Die Lichtbogenspannung betrug 40 V; die Stromstärke 250–280 A. Die Ofenfütterung hatte einen Magnesitgehalt von 90%, der Ofen faßte 3 kg Metall.

Die Legierung erfolgte mit Titanmetall, u. zw. mit den bei der Herstellung im Laboratorium anfallenden Abfällen geringerer Reinheit. Der Kohlen-

stoffgehalt des verwendeten Kohlenstoffstahls lag zwischen 0,15 und 0,17 Prozent.

Die Legierung wurde folgendermaßen durchgeführt :

1. Nach dem vollständigen Zerschmelzen des Schmelzgutes gelangte das in der Legierglocke untergebrachte Titan durch Niederdrücken derselben in die Schmelze unter deren Oberfläche. Die Glocke bestand aus 0,5 mm Tiefziehstahl. Sie zerschmolz bei dieser Art der Legierung innerhalb von etwa 2—3 Sekunden gänzlich. Das Titan brannte bei einer nominellen Legierung von 0,8% zu 0,4% aus.

2. Nach vollständigem Zerschmelzen des Schmelzgutes wurde der Elektroofen um 45—50 Grad aus der Vertikalen gekippt und die mit Titan

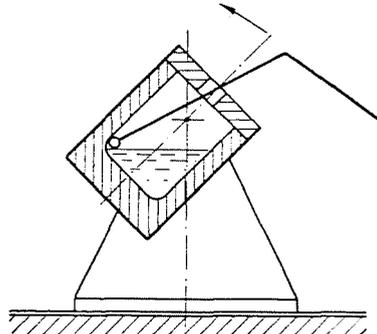


Bild 4. Legieren mit Titan mit Hilfe der Legierglocke

gefüllte Legierglocke an den infolge des Kippens frei liegenden Ofenboden gedrückt, worauf der Ofen wieder in seine ursprüngliche Lage zurückgekippt wurde, so daß die Glocke unter die Schmelze zu liegen kam (Bild 4). Die Glocke bestand in diesem Fall aus 1 mm starkem Tiefziehstahl. Sie schmolz bei dieser Art der Legierung in etwa 7—8 Sekunden gänzlich. Bei einem 1,2-prozentigen nominellen Legieren brannte das Titan zu 0,35 Prozent aus. Im Weiteren wurde diese Art des Legierens beibehalten.

Während des Zerschmelzens nahm das Gut aus den Elektroden 0,04 Prozent Kohlenstoff auf.

Bei den acht Versuchsgüssen (0,6—1,2prozentiges nominelles Legieren) erhöhte sich die nach dem Gießen gemessene Härte mit zunehmendem Titan-gehalt bloß bis zu einem bestimmten Wert, um sich über diesen hinaus wieder zu vermindern, eine Erscheinung, die sich aus der Neigung des Titans zur Karbidbildung erklären läßt. Das Titan erhöht nämlich die Härte des Ferrits, doch nimmt der Kohlenstoffgehalt der festen Lösung wegen der Karbidbildung ab, und in weiterer Folge vermindert sich ihre Festigkeit bzw. Härte. Hier kamen diese beiden einander entgegengesetzten Wirkungen zur Geltung. Solang der Wert des Ti/C-Verhältnisses unter 4 lag, wirkte sich ein Ein-

fluß aus der die Festigkeit erhöht, überstieg er hingegen 4, war also der Kohlenstoff praktisch zur Gänze in Form von Titankarbid gebunden, machte sich die die Festigkeit vermindernde Wirkung geltend [5].

Die Nitrierung erfolgte in Ammoniak + Stickstoffatmosphäre [6] bei unterschiedlichen Temperaturen und bei verschiedener Zeitdauer.

Die entsprechendsten Werte ergaben sich im Zuge der verschiedenen Versuchsnitrierungen mit folgenden Nitrierkennwerten :

Nitrierdauer	4 Stunden
Temperatur	550° C
Dissoziationsgrad	75—85%
Abkühlung	bis 400° C in Ammoniak + + Stickstoffstrom unter 400° C in Stickstoffstrom.

Wurden die Stücke erst nach der vollständigen Abkühlung aus dem Ofen genommen, lief die nitrierte Oberfläche hellgrau an, während sich an den bei

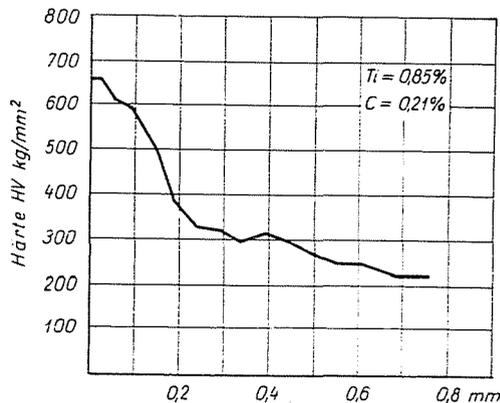


Bild 5. Härteverlauf in der nitrierten Oberflächenschicht

150—250° C dem Ofen entnommenen Stücken eine graublauere Verfärbung in verschiedenen Schattierungen zeigte. Die Untersuchungen ließen die Frage offen, welcher Zusammenhang zwischen Verfärbung und Temperatur besteht, obzwar es interessant sein dürfte, auch diese Frage abzuklären. Den Versuchsergebnissen zufolge wird den vorgeschriebenen Härteanforderungen bei folgenden Kennwerten entsprochen :

Grundmaterial : C = 0,21%

Ti/C = 4,05

Ti = 0,85%

Nitrieren : bei 550° C 4 Stunden hindurch, Dissoziationsgrad 75—85%. Die Härte dieses Grundmaterials war nach dem Giessen HV = 188 kg/mm². Den Verlauf der Härtewerte nach der Nitrierhärtung zeigt *Bild 5*.

Ein Vergleich zeigt die Vorzüge der Nitrierung vor der Einsatzhärtung. Für erstere spricht die einfachere Vorbereitung, die niedrigere Erhitzungstemperatur, die langsamere Abkühlung, die keine zurückbleibende Spannungen verursacht, die erzielbare größere Härte und die praktisch kaum ins Gewicht fallende Maßvergrößerung.

Die wirtschaftlichen Vorteile zeigten sich auch bei der Nitrierhärtung des Nähmaschinen-Ringschiffchens, an dem die Versuche vorgenommen wurden. Das Verfahren gestattet bei der Herstellung dieses Bestandteiles eine Selbstkostensenkung von 8—9% gegenüber der Einsatzhärtung zu erzielen.

Zusammenfassung

Bisher im Einsatz gehärtete Nähmaschinenbestandteile lassen sich im Präzisionsgußverfahren mit Vorteil aus nitrierbarem Titanstahl herstellen. Zum Legieren mit Titan dient Abfall-Titanmetall, das mit einer Legiertrommel eingebracht wird. Bei $Ti/C > 4$ entspricht die Härte der nitrierten Schicht derjenigen der zementierten Schichten. Die erwünschte Schichttiefe von 0,3—0,5 mm läßt sich bei 550° C in 4 Stunden erzielen.

Schrifttum

1. VOJNICH, P.: Das Präzisionsgießen. *Kohászati Lapok* 9 (1951).
2. GILLEMOT, L.: Ungarisches Patent Nr. 1728, 1. 7. 1955.
3. GILLEMOT, L.—TÖMÖRY, Maria: *Periodica Polytechnica* 2, 1 (1958).
4. TOFAUTE—BÜTTINGHAUS: *Archiv für das Eisenhüttenwesen*. 12, 33 (1938).
5. GILLEMOT, L.: *MTA Műszaki Tud. Oszt. Közleményei*, X 231 (1953).
6. TÖMÖRY, M.: *Kohászati Lapok*. 5 (1956).

T. VISI, Győr, W. Pieck Gépgyár, Ungarn