



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 222 930 A1

4(51) F 02 F 3/00

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	WP F 02 F / 258 097 6	(22)	19.12.83	(44)	29.05.85
------	-----------------------	------	----------	------	----------

(71)	VEB Druckguß- und Kolbenwerke, 4306 Harzgerode, Straße des Friedens 12-14, DD
(72)	Presia, Edgar, Dr.-Ing.; Thaler, Wilfried, DD

(54) Verschleißfester Leichtmetallkolben und Verfahren zu seiner Herstellung

(57) Hohe spezifische Belastungen und anspruchsvolle Grenznutzungsdauern erfordern am Motorkolben wirksame Maßnahmen zum Verschleißschutz. Eine bewährte technische Lösung ist die Bewehrung der gefährdeten Kolbenpartien durch Eingußteile aus verschleißfesten, aber auch hochwertigen Materialien. Diese Verschleißfestigkeit läßt sich auch erreichen oder sogar überbieten durch eine Umschmelzveredelung von Legierungen auf der Basis des Kolbengrundwerkstoffes, wobei wesentliche Verbesserungen durch Zulegieren von Fe oder Ni erzielt werden. Erfindungsgemäß werden Eingußteile aus solchen Materiallegierungen an Stelle der bisherigen hochwertigen Werkstoffe gesetzt. Die bei der Umschmelzveredelung hervorgerufenen Spannungen werden dann allein oder aber zu einem beträchtlichen Teil vom Eingußelement aufgenommen. Zum Hauptanwendungsgebiet der Erfindung gehören Kolben, insbesondere aus Leichtmetalllegierungen, die hohe Verschleißfestigkeit und damit lange Lebensdauer besitzen. Fig. 1

## Titel der Erfindung

Verschleißfester Leichtmetallkolben und Verfahren zu seiner Herstellung

## Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft Leichtmetallkolben für Verbrennungsmotoren, insbesondere für hochbelastete Dieselmotoren mit großen Grenznutzungsdauern

## Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Technisch-ökonomisch begründete Grenznutzungsdauer ist eine wesentliche Forderung an moderne Verbrennungsmotorenkolben. Da die entscheidenden Aussonderungskriterien dieser Bauteile auf Verschleißvorgängen basieren, wird deren Lebensdauer vornehmlich durch den Verschleißwiderstand des Kolbenwerkstoffes an den gefährdeten Stellen beeinflusst. Mehrere Möglichkeiten zur wirksamen Verbesserung des Verschleißverhaltens von Motorkolben sind bekannt. Eine dieser Lösungen ist, den derzeit weltweit hauptsächlich noch aus Leichtmetallwerkstoffen gefertigten Kolben insgesamt aus einem anderen, aus der Sicht des Verschleißes günstigeren Werkstoff herzustellen. Die mit dieser Werkstoffumstellung verbundene Veränderung der Gesamtpalette an Materialeigenschaften und Konstruktionsgrundsätzen erfordert allerdings noch aufwendige und umfassende Grundsatzarbeit. Darüber hinaus ist die Anzahl solcher Werkstoffe durch die angespannte Rohstoffsituation zunehmend begrenzt worden.

Bekannt ist weiterhin die Bewehrung der betroffenen Kolbenpartien durch geeignete verschleißhemmende Eingußteile und Regelglieder. Da es sich hierbei um Bauelemente handelt, die ganz spezifischen Anforderungen, insbesondere hinsichtlich Wärmeausdehnung, Warm- und Verschleißfestigkeit genügen müssen, sind den Materialien solcher Teile immer weniger verfügbare und damit teure Elemente zulegiert.

Als weitere Lösung ist die Umschmelzveredelung des Kolbengrundwerkstoffes mit und ohne Zusatz von geeigneten Fremdmaterialien bekannt. Das ist allerdings mit einer zwar lokalisierten, aber intensiven Energiezuführung verbunden, die zur Konzentration von Spannungen und damit vor oder während der eigentlichen Funktion des Kolbens im Motor zu Rißschädigungen führt. Eine Minimierung dieses Energietransfers ist technologisch aufwendig und verfahrensbedingt begrenzt.

#### Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht darin, einen Leichtmetallkolben ohne Verwendung hochwertiger Werkstoffe und bei weiterer Minimierung von Spannungskonzentrationen konstruktiv und verfahrenstechnisch so zu gestalten, daß die derzeit geforderten Funktionsparameter und Grenznutzungsdauern erreicht oder überboten werden.

#### Darlegung des Wesens der Erfindung

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, Eingußelemente aus ausreichend vorhandenen Werkstoffen zu schaffen, die vor oder nach dem Um- oder Verbundguß im Kolben durch ein bekanntes Umschmelzverfahren, z.B. Elektronenstrahlschweißen oder Plasmaschweißen, so veredelt worden sind, daß ihr Verschleißverhalten gegenüber dem Kolbengrundwerkstoff wesentlich verbessert ist und die mit solchen Elementen bestückten Leichtmetallkolben alle geforderten Funktionsparameter

erfüllen. Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe folgendermaßen gelöst: Die Eingußelemente als Träger der qualitativ höheren Verschleißcharakteristik sind vorzugsweise binäre oder ternäre Legierungen mit dem Element als Hauptkomponente, das auch den größten Prozentsatz des Kolbengrundwerkstoffes bildet. Im Falle der Al-Si-Leichtmetall-Kolbenlegierungen hat das Element Al diese Eigenschaft. Die Legierungen für die Eingußelemente sind dann zweckmäßigerweise AlFe, AlNi, AlSiFe oder AlSiNi mit jeweils zwischen 4 % und 10 % liegenden Fe- oder Ni-Gehalten. Die Eingußteile werden in einem verspannungslosen Formgebungsverfahren, z.B. Gießen oder Pressen, als Rohlinge oder auch Fertigteile hergestellt. Die Rohlinge sind noch einer spangebenden Bearbeitung zu unterziehen. Von diesem Fertigungsstand an wird erfindungsgemäß und zweckbedingt nach zwei Prinzipien weiter verfahren.

Der eine verfahrenstechnische Ablauf ist dadurch gekennzeichnet, daß das Eingußteil örtlich umschmelzveredelt wird. Danach erfolgt das Eingießen oder Einpressen in den Kolben während der Herstellung des Kolbenrohnteils. Beim Verbundgußverfahren ist zweckmäßigerweise das Eingußteil mit einer dünnen Schicht aus einem Werkstoff, dessen Schmelzpunkt zwischen  $200^{\circ}\text{C}$  und  $600^{\circ}\text{C}$  liegt, zu ummanteln. Im Falle der Al-Si-Leichtmetall-Kolbenlegierungen ist hierfür vorzugsweise Pb oder Sn zu verwenden.

Im zweiten Fall werden die Eingußelemente nach ihrer Fertigstellung ohne vorherige Umschmelzbehandlung bei der Rohlingsherstellung des Kolbens eingegossen oder eingepreßt, wobei beim Verbundgußverfahren deren Ummantelung mit einem bereits charakterisierten Werkstoff vorteilhaft ist. Die Umschmelzveredelung erfolgt dann am bereits im Kolbenrohling befindlichen Eingußteil. Ist das Eingußelement im Umguß- oder Umpreßverfahren eingebracht, so wird bei entsprechender Abmessung und Lage des Eingußteiles durch die Umschmelzveredelung im Grenzbereich von Kolbengrundwerkstoff und Eingußelementwerkstoff metallischer Verbund zwischen den beiden Teilen geschaffen.

Einige Abmessungen der Eingußteile sind davon abhängig, ob die Eingußteile vor oder nach dem Einbringen in den Kolbenrohling umschmelzveredelt werden. Im Falle eines Ringträgers wird die axiale Höhe dieses Elementes wesentlich dadurch bestimmt. So soll diese mit  $r_h$  bezeichnete Höhe bei Umschmelzveredelung nach dem Einbringen vorzugsweise  $h_1 < r_h \leq 1,8 \cdot h_1$  und bei der Veredelungsbehandlung vor dem Einbringen vorzugsweise  $r_h > 1,8 \cdot h_1$  betragen, wenn darin  $h_1$  die axiale Höhe des vom Ringträger aufzunehmenden Kolbenringes bedeutet. Das Volumen der schmelzveredelten Bereiche bzw. die Dicke der entsprechend behandelten Schichten ist abhängig vom zulässigen Verschleißwert an den jeweiligen Partien zu bemessen. Werden die Eingußteile nach dem Umpreß- oder Umgußprinzip im Kolben untergebracht, so werden ihre Lage und ihre Haftung durch bekannte mechanische Verankerungsausführungen wesentlich verbessert.

Die technisch-ökonomische Bedeutung dieser Erfindung ist dadurch begründet, daß bei gleichem oder besserem Verschleißverhalten des Kolbens hochwertige Materialien eingespart werden können und gleichzeitig die dem Bauteil verfahrensbedingt zugeführten Spannungen minimiert werden. Im Falle des Ringträgers im Al-Si-Leichtmetallkolben wird dadurch zumindest teilweise auf das wertvolle Niresist verzichtet. Die beim Alferieren anfallende Alferbadschmelze, eine Legierung aus AlFe oder AlSiFe, ist als Werkstoff für die Eingußelemente geeignet.

#### Ausführungsbeispiele

Die Erfindung soll nachstehend an Hand einiger Ausführungsbeispiele näher erläutert werden. In den zugehörigen Zeichnungen zeigen:

Fig. 1: Das Beispiel eines erfindungsgemäßen Kolbens mit einer Umschmelzveredelung der Ringnutflanken nach dem Einbringen des Eingußteiles.

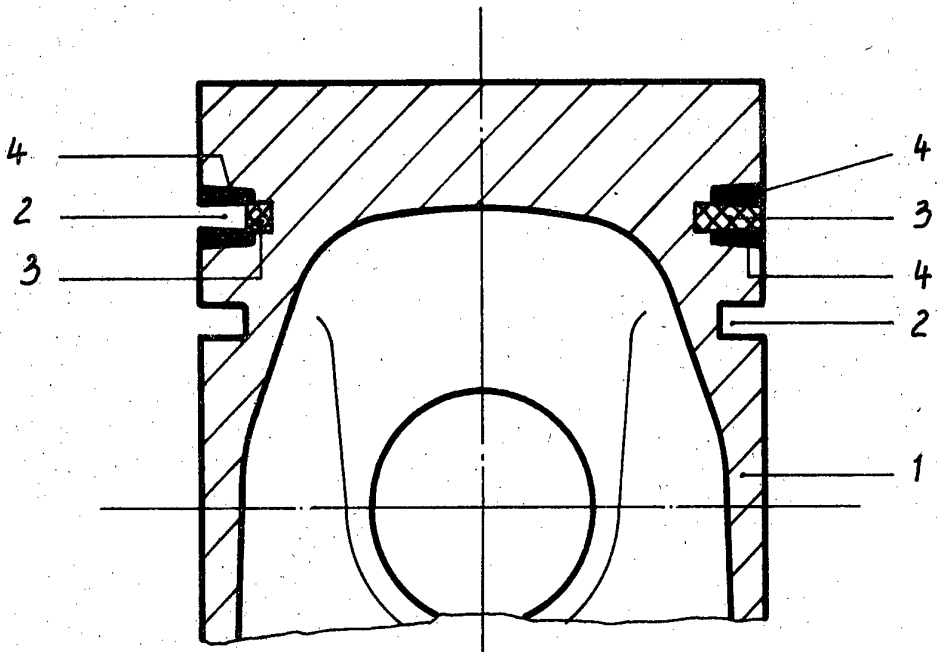
Fig. 2: Ein Teil eines erfindungsgemäßen Kolbens mit einem Eingußteil vor und nach dem Eingießen.

Fig. 3: Das Beispiel der Bewehrung eines Brennraumrandes an einem erfindungsgemäßen Kolben.

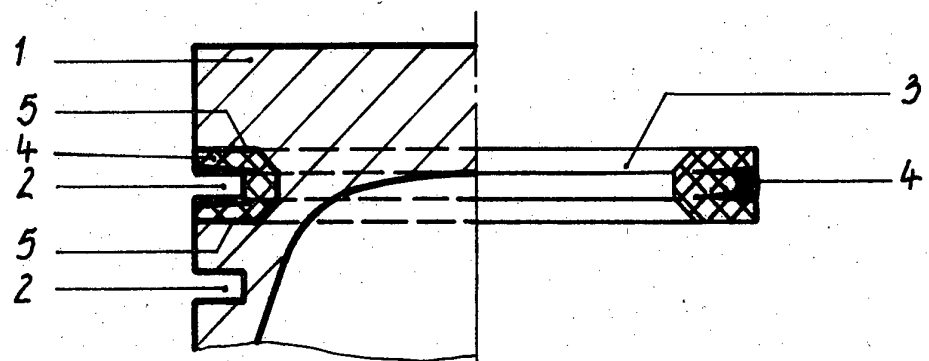
In Fig. 1 ist der verbrennungsraumseitige Teil eines Kolbens 1 gezeigt, in dem an der Stelle der Kompressionsringnut 2 ein Eingußteil 3 im Umgußverfahren eingegossen ist. Der Übergang von Kolben 1 und Eingußteil 3 ist vor der Einarbeitung der Kompressionsringnut 2 schmelzveredelt, so daß sich eine verschleißfeste Umschmelzschicht 4 gebildet hat. Durch Fig. 2 wird ein Eingußteil 3 vor und nach dem Einbringen in einen Kolben 1 dargestellt. Die verschleißfeste Umschmelzschicht 4 ist vor dem Einbringen des Eingußteiles 3 in den Kolben 1 unter Berücksichtigung der späteren Lage der Kompressionsringnut 2 durch ein geeignetes Schmelzverfahren, z.B. Elektronenstrahlschweißen oder Plasmaschweißen, hergestellt worden. Um zwischen Kolben 1 und Eingußteil 3 metallischen Verbund zu erreichen, ist das Eingußteil 3 vor dem Eingießen mit einer metallischen Schicht 5, deren Schmelzpunkt bei etwa 50 % der Gießtemperatur liegt, ummantelt worden. Fig. 3 ist ein Beispiel für die Bewehrung eines Brennraumes 6. Das Eingußteil 3 wird durch eine verschleißfeste Umschmelzschicht 4 gegen die heißen Verbrennungsgase geschützt und sorgt an gefährdeten Stellen für den metallischen Verbund mit Kolben 1. Zur zusätzlichen mechanischen Verankerung des Eingußteiles 3 im Kolben 1 dienen die Stege 7.

Erfindungsansprüche

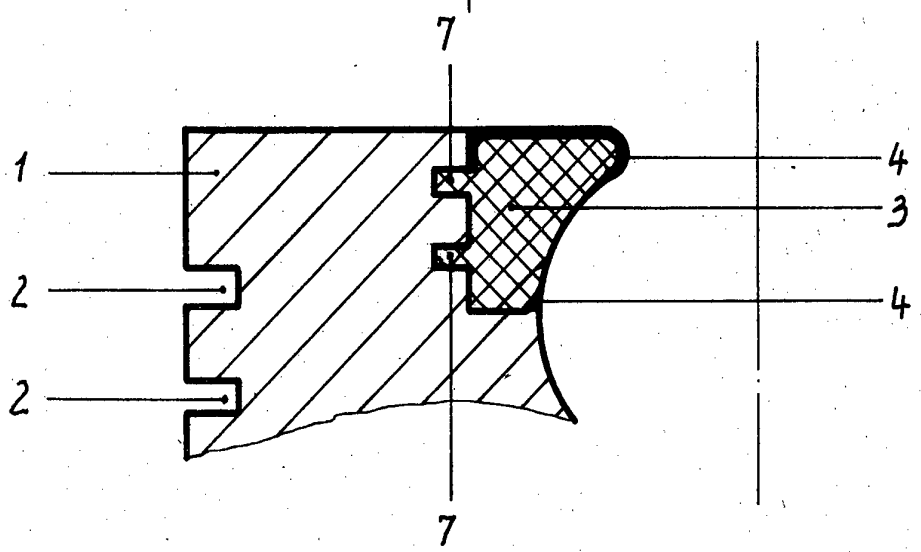
1. Verschleißfester Leichtmetallkolben für Verbrennungsmotoren dadurch gekennzeichnet, daß die verschleißgefährdeten Partien mit einem Eingußteil 3 aus einer Materiallegierung, deren Hauptlegierungskomponente der des Werkstoffes des Kolbens 1 entspricht, bewehrt sind und daß das Eingußteil 3 vor oder nach dem Einbringen in den Kolben 1 an beliebigen und zweckmäßigen Stellen durch Umschmelzveredelung mit verschleißfesten Umschmelzschichten 4 versehen ist.
2. Leichtmetallkolben aus Al-Si-Legierung nach Punkt 1 dadurch gekennzeichnet, daß das Eingußteil 3 aus Al oder AlSi besteht, denen Fe oder Ni mit Anteilen bis zu 10 % zulegiert sind.
3. Leichtmetallkolben nach Punkt 1 oder 2 dadurch gekennzeichnet, daß das Eingußteil 3 vor dem Eingießen in den Kolben 1 mit einer metallischen Schicht 5 ummantelt ist, deren Schmelzpunkt zwischen 200 °C und 600 °C liegt und die im Falle eines Kolbens 1 aus Al-Si-Legierung vorzugsweise aus Pb oder Sn besteht.
4. Leichtmetallkolben nach Punkt 1 oder 2 dadurch gekennzeichnet, daß die Umschmelzveredelung ausschließlich oder zusätzlich an Stellen erfolgt, an denen Kolben 1 und Eingußteil 3 zusammentreffen.
5. Leichtmetallkolben nach Punkt 1 bis 4 dadurch gekennzeichnet, daß das Eingußteil 3 ein Ringträger ist, dessen axiale Höhe  $r_h$  bei der Umschmelzveredelung nach dem Einbringen in Kolben 1 vorzugsweise  $h_1 < r_h \leq 1,8 \cdot h_1$  und bei der Umschmelzveredelung vor dem Einbringen in Kolben 1 vorzugsweise  $r_h > 1,8 \cdot h_1$  beträgt, wobei  $h_1$  die axiale Höhe des aufzunehmenden Kolbenringes bedeutet.



Figur 1



Figur 2



Figur 3