



Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes
zum Patentgesetz

ISSN 0433-6461

(11)

203 560

Int.Cl.³

3(51) C 09 J 5/08

C 09 J 5/06

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP C 09 J/ 2318 682

(22) 17.07.81

(44) 26.10.83

(71) siehe (72)

(72) RUHSLAND, KLAUS, DIPL.-ING.; WINKLER, BODO, DIPL.-CHEM.; SCHOENE, PETER; KORNETT, KLAUS; DD;

(73) siehe (72)

(74) ZI F. SCHWEISSTECHNIK DER DDR, LEIT-BFN „SCHWEISSTECHNIK“, 4030 HALLE, KOETHENER STRASSE 33A

(54) VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON KLEBVERBINDUNGEN

(57) Insbesondere sollen metallische Werkstoffe mit besonders hoher statischer und dynamischer Festigkeit mittels einer Klebverbindung gefügt werden. Dieses Herstellungsverfahren hat zum Ziel, Metallklebverbindungen für alle organischen Klebstoffe zu entwickeln, indem aufgabengemäß eine gleichmäßige Spannungsverteilung in Klebverbindungen durch eine definiert mehrfach unterbrochene Klebfuge, unabhängig von der Art und Lieferform des Klebstoffes, erreicht werden soll. Erfindungsgemäß wird dem organischen Klebstoff eine geringe Menge von 0,1 bis 2,5% einer flüssigen Substanz zugesetzt, die unter Härtebedingungen, wie Druck und/oder Temperatur durch Verdampfen zu einer gleichmäßig verteilten Mikrovakuolenbildung in der Klebfuge führt. Hochbelastbare Konstruktionsklebverbindungen solcher Art werden vor allem im Maschinenbau und Metalleichtbau u. ä. verwendet.

Verfahren zur Herstellung von Klebverbindungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von Klebverbindungen, vorzugsweise metallischer Werkstoffe, mit besonders hoher statischer und dynamischer Festigkeit, die im Bereich der Grundwerkstofffestigkeit liegt.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Es ist bekannt, daß mit organischen Klebstoffen hergestellte Metallklebverbindungen mit steigender Überlappungslänge einen starken Abfall ihrer mittleren Zugscherfestigkeit erfahren. Ursache hierfür ist die ungleichmäßige Spannungsverteilung über die Länge der Klebfuge mit ausgeprägten Spannungsspitzen an den Überlappungsenden. Bei statischer oder dynamischer Belastung derartiger Klebverbindungen tritt bereits bei relativ geringer Werkstoffdehnung ($\leq 0,2\%$), von den Überlappungsenden ausgehend, ein Bruch der Klebverbindung ein. Konstruktionsklebverbindungen mit Klebnahtwertigkeiten im Bereich der Grundwerkstofffestigkeit sind dadurch nicht erreichbar. Es wurde bereits vorgeschlagen, einen Abbau der

Spannungsspitzen an den Überlappungsenden durch Anwendung einer Klebstoffkombination zu erreichen, die in Klebfugenmitte aus einem harten und an den Überlappungsenden aus einem elastischen Klebstoff besteht. Die hierbei erforderliche Verträglichkeit und gleiche Härtungscharakteristik der beiden Klebstoffe sowie der damit verbundene technologische Aufwand haben eine praktische Anwendung bisher nicht bekannt werden lassen.

Nach BG-Reg.Nr. 28 969 (1974) wird zum Erreichen einer gleichmäßigeren Spannungsverteilung in Klebverbindungen eine mehrfach unterbrochene Klebfuge vorgeschlagen, die dadurch erzeugt wird, daß flüssige Klebstoffe streifenförmig aufgetragen oder Klebfolien perforiert werden. Eine Anwendung dieses Verfahrens ist jedoch dadurch stark eingeschränkt, daß nur wenige Klebstoffe in Folienform vorliegen und streifenförmig aufgetragene flüssige Klebstoffe unter den Härtebedingungen (Druck, Temperatur) eine undefinierbare Veränderung des Auftragsbildes und damit der Spannungsverteilung in der Klebfuge erfahren.

Ziel der Erfindung

Es ist Ziel der Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung von vorzugsweise Metallklebverbindungen zu entwickeln, daß für alle organischen Klebstoffe anwendbar ist und hochbelastbare Konstruktionsklebverbindungen gewährleistet, deren Festigkeit im Bereich der Grundwerkstofffestigkeit liegt.

Das Wesen der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine gleichmäßige Spannungsverteilung in Klebverbindungen durch eine definiert mehrfach unterbrochene Klebfuge zu erreichen, unabhängig von der Art und Lieferform des Klebstoffs.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß dem organischen Klebstoff eine geringe Menge, vorzugsweise 0,1 bis 2,5 % einer flüssigen Substanz zugesetzt wird, die unter den Härtebedingungen, wie Druck; Temperatur durch Verdampfen zu einer gleichmäßig verteilten Mikrovakuolenbildung in der Klebfuge führt.

Als geeignete Substanzen kommen dabei z.B. Wasser oder bei den üblichen Härtetemperaturen siedende Lösungsmittel u.ä. in Frage.

Bei hygroskopischen Klebstoffen kann auch auf den Zusatz derartiger Substanzen verzichtet werden, wenn der auf die Fügeteile aufgetragene Klebfilm innerhalb einer gewissen offenen Wartezeit klimatisiert, d.h. einem Raumklima mit definierter Luftfeuchtigkeit ausgesetzt wird. Die hierbei aus der Luft aufgenommene Feuchtigkeit führt bei anschließenden Härtetemperaturen $> 100^{\circ}\text{C}$ ebenfalls zu der gewünschten Vakuolenbildung in der Klebfuge.

Eine weitere erfindungsgemäße Möglichkeit zur Erzeugung von Mikrovakuolen in der Klebfuge besteht darin, einem Klebstoff einen Füllstoff mit einem geringen Restfeuchtigkeitsgehalt, vorzugsweise 0,1 bis 1 % zuzusetzen und anschließend bei Temperaturen $> 100^{\circ}\text{C}$ zu härten.

Eine weitere Möglichkeit ist auch durch das Klimatisieren der Fügeteile vor dem Klebstoffauftrag gegeben, da der sich dabei auf der Oberfläche einstellende Wasserfilm bei Härtetemperaturen $> 100^{\circ}\text{C}$ ebenfalls zur Mikrovakuolenbildung in der Klebfuge führt.

Durch die erfindungsgemäß erzeugte Mikrovakuolenbildung in der Klebfuge entsteht in der Klebverbindung eine den sog. Sandwich-Konstruktionen ähnliche Zellstruktur mit gleichmäßiger Spannungsverteilung und damit hoher statischer und dynamischer Festigkeit, die bei optimaler Überlappungslänge die Grundwerkstofffestigkeit erreicht bzw. sogar übertrifft.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an zwei Ausführungsbeispielen näher erläutert werden.

Mit einem handelsüblichen kalthärtenden Klebstoff auf Epoxidharzbasis wurde bei einer Überlappungslänge der Klebverbindung von 10 mm bei einer Al Mg 3 - Legierung eine mittlere Zugscherfestigkeit nach TGL 14 910/02 von $17,8 \text{ N/mm}^2$ erreicht. Bei Zugabe von 30 % Quarzmehl mit einem Restfeuchtegehalt von etwa 0,5 % zum Klebstoff und einer Ultraschallbehandlung der Klebfuge von 5 Sekunden, wobei im Klebstoff Temperaturen von etwa $120...150^{\circ}\text{C}$ entstehen, kommt es durch Verdampfen des Wassers zu der angestrebten Mikrovakuolenbildung in der Klebfuge und die Zugscherfestigkeit erhöht sich auf $19,6 \text{ N/mm}^2$. Berücksichtigt man, daß durch die Vakuolenbildung in der Klebfuge der tragende Klebstoffquerschnitt

um etwa 50 % verringert wird, so beträgt die tatsächliche Festigkeitssteigerung, bezogen auf den Klebstoffquerschnitt über 100 %. Mit steigender Überlappungslänge steigt in beiden Fällen (ohne bzw. mit US) die Bruchlast an und fällt die mittlere Zugscherfestigkeit ab, ein Werkstoffbruch der Füge-
teile wird jedoch lediglich bei den US-behandelten Prüfkörpern bei einer Überlappungslänge von 40 mm erreicht.

Mit einem weiteren bereits füllstoffhaltigen Epoxidharzklebstoff wurde bei dem gleichen Fügeteilwerkstoff und einer Überlappungslänge von 10 mm eine mittlere Zugscherfestigkeit von $23,6 \text{ N/mm}^2$ erreicht. Bei einer Klimatisierung des aufgetragenen Klebstoffs von 5 min bei 75 % relativer Luftfeuchte und anschließender Temperaturschockhärtung von 15 min bei 110°C kommt es ebenfalls zur Mikrovakuolenbildung in der Klebfuge, und die Zugscherfestigkeit steigt auf $32,0 \text{ N/mm}^2$ an. Auf den eigentlichen tragenden Klebstoffquerschnitt bezogen, bedeutet dies eine Festigkeitssteigerung von etwa 150 %.

Bei Vergrößerung der Überlappungslänge auf 30 mm tritt auch hier ein Materialbruch nur bei der Klebfuge mit Vakuolenbildung auf.

Erfindungsansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Klebverbindungen, vorzugsweise metallischer Werkstoffe mit organischen Klebstoffen, die auf Grund von definiert erzeugten Mikrovakuolen in der Klebfuge Klebnahtwertigkeiten im Bereich der Grundwerkstofffestigkeit aufweisen, g e k e n n z e i c h n e t d a d u r c h , daß die Mikrovakuolenbildung durch einen Zusatz von Substanzen zum Klebstoff erreicht wird, die beim Energieeintrag während des Härtens des Klebstoffs verdampfen.
2. Verfahren zur Herstellung von Klebverbindungen nach Punkt 1, g e k e n n z e i c h n e t d a d u r c h , daß die dem Klebstoff zuzusetzenden Substanzen vorzugsweise Wasser bzw. bei den Härte-Temperaturen siedende Flüssigkeiten sind und in Mengen von vorzugsweise 0,1 bis 2,5 % eingesetzt werden.
3. Verfahren zur Herstellung von Klebverbindungen nach Punkt 1, g e k e n n z e i c h n e t d a d u r c h , daß diese Substanzen an die dem Klebstoff zuzusetzenden Zuschlagstoffe, vorzugsweise Füllstoffe, gebunden werden.
4. Verfahren zur Herstellung von Klebverbindungen nach Punkt 1, g e k e n n z e i c h n e t d a d u r c h , daß bei hygroskopischen Klebstoffen die Einbringung von Wasser in den Klebfilm durch Klimatisieren während der offenen Wartezeit erfolgt.
5. Verfahren zur Herstellung von Klebverbindungen nach Punkt 1, g e k e n n z e i c h n e t d a d u r c h , daß die Fügeteiloberfläche vor dem Klebstoffauftrag klimatisiert wird.