

## 1. Patente US4381673 - Vibrational stress relief - Google ...

[www.google.st/patents/US4381673](http://www.google.st/patents/US4381673)

o [Im Cache](#)

[Diese Seite übersetzen](#)

A method for **stress relieving** a workpiece by **vibration** comprising the steps of ... and more particularly where **such** relief is obtained by **vibration** of an assembled ...

Schwingungsstressabbau

US 4381673 A

Zusammenfassung

Ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Durchführung Stressabbau in gefertigten Strukturen durch Anwendung der dynamischen Belastung durch Vibration induzierten Eigenspannungen ausreichend zu entlasten, um Formstabilität zu erzielen. Maximale dynamische Belastung der Struktur durch Verwendung eines Beschleunigungsmessers an der Struktur befestigt ist, durch Abtasten einer Reihe von Vibrationsfrequenzen bei maximaler Ausgangssignal des Beschleunigungsmessers entsprechend dem maximalen in der dynamisch angelegt Lade ankommen und Abstimmen der Schwingungen auf einer Frequenz, die erhalten wird die Spitze in der Beschleunigungskurve .

BILDER (2)

ANSPRÜCHE (2)

Was beansprucht wird, ist :

1 . Verfahren zum Entspannen eines Werkstücks durch Vibration , umfassend die Schritte der Durchführung einer Vorbehandlung Scan durch Vibration des Werkstücks durch eine Reihe von vorbestimmten Frequenzen, die niedriger ist als Bereich der Eigenresonanz des Beschleunigungsmessers um einen Faktor von fünf oder mehr und ist in der Aufnahme zweidimensionaler Form der Beschleunigung des Werkstücks als eine Funktion des Vibrators RPM wobei erkennbar Resonanzspitzen des Werkstücks angezeigt werden, Behandeln des Werkstückes durch Vibrieren bei einer Frequenz von einer Vielzahl von Resonanzspitzen und die Aufrechterhaltung der Schwingungsfrequenz der jeweiligen Resonanz erregt Peaks , während die Amplitude der Spitzen erhöht und / oder die Frequenz der Resonanzspitzen ab, und Durchführung einer Nachbehandlung Scan durch Vibration des Werkstücks durch den gleichen Frequenzbereich wie bei der Vorbehandlung unter Verwendung einer Scan- und Aufzeichnungsgerät zum Aufzeichnen in zwei Raumform der Beschleunigung des Werkstücks als eine Funktion der Drehzahl der Vibration Ermittlung und Vergleich der Veränderungen in der dynamischen Belastungsantwort als Ergebnis der Behandlung des in einem Diagramm vom Schreiber aufgezeichnet Werkstück angezeigt und die Aufzeichnung in zwei Freigabe dimensionale Form eine Darstellung der Vibrator Leistung als Funktion von RPM gleichzeitig mit und auf dem gleichen Chart als die Beschleunigung als Funktion von RPM .

2 . Vorrichtung zum Entspannen ein Werkstück mit einem Dreh exzentrische Gewicht Vibrator , einer variablen Geschwindigkeit Elektromotor auf den Vibrator , eine elektronische Drehzahlregelung , eine Steuerkonsole angepasst, um RPM -Vibrator , Vibrator Macht , Werkstück- Beschleunigung und Behandlungszeit angezeigt antriebsmäßig verbunden , ein Beschleunigungsmesser körperlich verbindbar mit einer zu behandelnden und mit der Steuerkonsoleverbunden ist, um mit der Konsole zu übertragen , die Beschleunigung des Werkstücks , einen Schreiber mit der Steuerkonsoleverbunden ist, um gleichzeitig aufnehmen , in zweidimensionaler Form , die Beschleunigung des Werkstücks werden Werkstück als eine Funktion der Drehzahl Vibrator als eine Kurve und Vibrator Leistung als Funktion von RPM Vibrator als eine weitere Kurve , die Eigenfrequenz des Beschleunigungsmessers oberhalb des Bereichs von Frequenzen, bei denen das Werkstück entspricht .

BESCHREIBUNG

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

1 . Gebiet der Erfindung

Diese Erfindung betrifft das Gebiet der Entspannungs Strukturen in der Metallherstellungsindustrie, wie Schweißbaugruppen und insbesondere wo solche Anordnung wird durch die Vibration eines zusammengebauten Struktur erhalten zu einer stabilen Struktur im wesentlichen frei von Eigenspannungen vor.

2 . Beschreibung des Standes der Technik

Die Metallindustrie hat erhebliche Schwierigkeiten in der Herstellung maßgenauer Schwerindustrie Komponenten wie Schwerwerkzeugmaschinen , große Landmaschinen , Transportgeräte , Baumaschinen und verschiedene Industriemaschinen , Ausrüstung oder erlebt.

Die Produktqualität hat sich verbessert, aber die Komplexität des Designs hat sich erhöht und die Sensibilität für dimensionale Instabilität hat sich entsprechend mehr akut. Ein Grund für diese

Schwierigkeiten bei der Aufrechterhaltung der Plastizität hat, daß die Herstellungsverfahren, ob Schweißen, Gießen oder Schmieden, verwenden Wärmeverarbeitung der Metallstrukturen. Bei der Bildung von Metall häufig erhielt sie große Mengen an Wärme, die in der Nähe von geschmolzenem Zustand für die Gestaltung der Prozesse erforderlich zu erhalten. Solche Verfahren hergestellt große Temperaturunterschiede in den Bauelementstrukturen und dies bewirkt, Restspannungen, die in den Bauelementstrukturen nach der Bildung oder Formung abgeschlossen ist gesperrt blieb. Es war notwendig, um das Laden der abgeschlossene Strukturen auf komplexe Weise durch eine Entspannungsbehandlung wie reduzieren oder lindern diese eingebauten Spannungen oder durch spanende Bearbeitung, die oft entfernt Metall, das zumindest teilweise einige der Restspannungen entgegengesetzt hatte, oder durch Glühen der gesamten Baugruppe. Bei Bearbeitung aufgetreten vor Linderung solcher Eigenspannungen, Verformungen, Zwirnerie, oder andere dreidimensionale Verzerrung oft geführt.

Eine Lösung für dieses Problem war die frühe Praxis der Speicherung von gefertigten Werkstücke von Türen in alle Arten von Wetter, so dass die Veränderungen in der Wetter Nutzlasten, wie die von Expansion und Kontraktion induziert. Diese Erfahrung bietet oft ausreichend Be- und Entladen der Werkstücke an einem gewissen Linderung der Eigenspannungen vor. Doch wo große gefertigten Komponenten beteiligt waren, die Zeit der Entspannung war sehr erweitert und könnte ein Jahr laufen, oder zwei Jahren oder mehr.

Ein weiteres Verfahren zur Lösung des Problems wurde als Mittel zur Rettung Produktionszeit und die Bestandsdruckgerecht zu werden. Dies als eine Alternative zu dem Speichersystem verwendetes Verfahren, beinhaltete eine Temperaturentlastungsprozess, bei dem der hergestellte Stahlkomponente wurde in einem Ofen und die Temperatur auf etwa 1100 ° F angehoben Diese Temperatur wurde für einen Zeitraum, der identifiziert wurde, gehalten wurde wie die Einweichzeit und dann war es notwendig, zu einer allmählichen kühlen unten Zeitraum greifen. Zwar nicht so lange, wie der Speichermethode, benötigt dieses System auch eine längere Zeit, um richtig zu vervollständigen.

Während des Prozesses der thermischen Druckentlastung, ist die Beziehung zwischen Spannung und Dehnung verändert, so dass die Streckgrenze des Materials wesentlich verringert die Spannungen über dem neuen Streckgrenze plastisches Fließen zu verursachen und dadurch den Grad der Verringerung der Eigenspannungen ermöglicht. Dies geschieht während der Einweichzeit in der thermischen Belastung Entlastungssystem, aber während der Abkühlung der ursprünglichen Streckgrenze ist mit dem Ergebnis, dass die hohen Belastungen wurden reduziert und diese in der Regel sind die Eigenspannungen, die mit Formstabilität beeinträchtigen neu gegründet. Diese Methode erlaubt etwas schneller und konsequenter Verarbeitung von form kritischen Komponenten aber wie praktisch alle industriellen Techniken, ihre Nachteile und Einschränkungen hatte es.

Die Wärmebehandlung verursacht Skalieren und Durchbiegen des Werkstücks. Dies erforderte die zusätzliche Verarbeitungsschritt des Entfernens des Skalierens bevor die Komponente kann in der Produktion verwendet werden. Die Wärme der Prozess resultierte in der Festigkeit des Bauteils gesenkt wird, während in dem Ofen und häufig ein Durchhängen der Komponente resultiert, häufig wegen der sehr Gewicht von einigen schweren Komponenten, die in dieser Weise durch ihr Gewicht beaufschlagt. Bei Versuchen, diese Schwierigkeit zu vermeiden, manchmal Hosenträger wurden über die Leitungen durchhängen geschweißt, aber auch dies verursacht zusätzliche Arbeits- und Materialaufwand. Häufig kam metallurgische Veränderungen in einer Komponente, die die physikalischen Eigenschaften des Materials verändert werden und die in der Regel negativ war. Eine Reihe von Metallen reagieren in dieser Weise.

Der Energiebedarf des thermischen Prozesses, insbesondere wenn ein großer Ofen ist für sehr große Komponenten verwendet werden, ist enorm und wo schwere Wandstärken sind in den Plattenstrukturen der Komponenten verwendet einen größeren Zeitraum der Behandlung mit folglich mehr Abkühlzeit erforderlich, die alle tragen erheblich zu den Kosten des Systems.

Verfahren zum Spannungsabbau eines Werkstücks durch Vibration des Standes der Technik ist im US-Pat. Nr. 3.622.404, aber diese Methode benötigt Vibration eines Werkstücks in dem Frequenzbereich der Resonanzspitze für jeden Teil des Werkstücks zu entlasten und die Aufrechterhaltung der Schwingung in dem Frequenzbereich einer jeden solchen Peak, während die Amplitude der Spitzenwert ansteigt und die Kraft, die Spitzen produzieren abnimmt, während der Frequenzbereich ab, bis die Strom Herstellung der Amplitude stabilisiert hat.

Jedoch wurde die Beschleunigungsdaten verzerrt, da die Beschleunigungsmesser entwickelt Resonanz innerhalb des Bereichs untersucht. Auch schlechte Filterung in der Steuerkonsole beeinflusst das Beschleunigungssignal und das Beschleunigungsdaten nicht vollständig oder richtig an den Bediener angezeigt, so dass er die Behandlung Frequenzen erfassen kann. Ein Meter wurde verwendet, um Resonanz zeigen. Die Anordnung fehlte eine elektronische Drehzahlregelung und damit war die Motordrehzahlgenauigkeit vor allem schlecht, weil nur eine Spannungskontrolle wurde jede Form der negativen Rückkopplung verwendet, und nicht. Die mit dieser Methode vor Vibrator hatte eine Leistung von 2 oder 3-Zoll- Pfund, so dass der Vibrator in Dienst hatte oft zu wenig Kraft Ausgang, um den Job auszuführen.

#### ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

Das vorliegende Konzept überwindet diese Probleme, indem sie vor einem Beschleunigungsmesser mit

einer Resonanz wesentlich außerhalb der Frequenzen untersucht werden. Durch Verzicht auf die Verwendung des Zählers und stattdessen die Verwendung eines zweidimensionalen Diagrammschreiber, die Graphen der Beschleunigungsdaten einer Drehzahl und Leistung in Abhängigkeit von Drehzahl in der Form, dass eine Resonanz eindeutig und vollständig für die Bedienungsperson angezeigt und für Zwecke der aufgezeichnet wird und macht Scannen. Extrem genaue Steuerung der Motordrehzahl für eine vorgegebene Einstellung ist durch die Verwendung einer elektronischen Drehzahlsteuerung, die ein SCR-Schaltkreis und einen Phasenregelkreis sowie ein Drehzahlmesser, der sehr genaue Steuerung der Motordrehzahl zu bewirken zusammen funktionieren enthält, erhalten. Die Ausgangskraft des Vibrators auf mehr akzeptabler Grenzen im Bereich von sechs bis zwölf Zoll Pfund erhöht. Ein DC - Nebenschlussmotor mit variabler Spannung mit der SCR -Schaltung Variieren der Spannung an den Motor verwendet. Der Tachometer erfasst die Motordrehzahl und sendet Signale an die Motordrehzahlsteuerung. Der Phasenregelkreis vergleicht die Motordrehzahl auf ein Signal an den Motor gesendet und variiert die an den Motor bei Bedarf gesendet wird.

Alle diese Eigenschaften unterscheiden die Vorrichtung und das Verfahren der vorliegenden Erfindung als eine Verbesserung gegenüber dem Stand der Technik. Das vorliegende System stellt ein Antriebssystem - Konsole, die komplexere Filterung der Beschleunigungssignale zusammen mit einem Beschleunigungsmesser, die die Mängel der bekannten Verfahren, die aufgrund der Resonanzen innerhalb der gewünschten Bereiche waren nicht akzeptabel war windet umfasst, wobei dieses System eine Resonanzcharakteristik in der Größenordnung von zehn mal der Reihe nach geprüft werden.

Diese Erfindung verwendet das dynamische Laden eines Werkstücks durch Vibration induzierte Restspannungen abzubauen und Dimensionsstabilität zu erhalten, durch Erzielen Nachgeben oder plastisches Fließen in der Komponente durch Anlegen einer externen Last in Form der Schwingung, die konform mit der Richtung der Eigenspannungen und ist groß genug, um mit einigen von diesen Belastungen zu kombinieren, um Nachgeben oder Kunststoffstrom, der der Schlüssel zu Stressabbau ist verursachen. Mere Vibration allein ist nicht genug, um die gewünschte Stressabbau zu erreichen, aber genau kontrollierten Schwingungen verwendet werden müssen, und dies wird hier durch die Verwendung von ausgewählten Schwingungsfrequenzen erhalten. Dies ist durch festes Anbringen eines Vibrators zu dem Werkstück und Anbringen eines Beschleunigungsmessers an dem Werkstück in einem Abstand zu dem Schwinger erreicht.

Die Vorrichtung wird dann aktiviert, um das Werkstück abtasten und bestimmen die Frequenz, bei der zu vibrieren, welche in einem Diagramm aufgezeichnet wird. Ein Bediener setzt dann den Vibrator mit einer Geschwindigkeit, die zu einer Spitze in der Beschleunigungskurve entspricht. Diese Geschwindigkeit wird bis die Reaktion abklingt, um den Vibrator gehalten. Der Bediener wählt dann einen weiteren Höhepunkt und behandelt sie in einer ähnlichen Weise. Typischerweise werden mehrere solcher Peaks in der gesamten Drehzahlbereich nacheinander, bis keine weitere Reaktion Ergebnissen behandelt. Nach einer solchen Behandlung wird eine neue Abtastung durchgeführt, um die Veränderung der Antwort in dem Werkstück in einem Diagramm, das einen Teil der Routing- Blatt für das Werkstück wird zu dokumentieren.

#### BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Die vorstehenden und weitere und speziellere Zwecke der Erfindung sind in den beigefügten Zeichnungen veranschaulicht Vibrationsentspannungssystemrealisiert:

FIG. 1 ist eine allgemeine perspektivische Ansicht der Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens von Schwingungs Zugentlastung;

FIG. 2 ist eine Darstellung eines Diagramms, das die Ergebnisse aus einer ersten Abtastzeile; und

FIG. 3 ist eine Darstellung eines Diagramms, welches Änderungen zwischen einem ersten und einem zweiten Abtastvorgang.

#### BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORM

Wie in FIG. 1 umfasst diese Vorrichtung vier Elemente einer Steuerkonsole 10 umfasst, einen Schreiber 11, ein oder mehrere Elemente Vibrator 12 und einen Beschleunigungsmesser 13, die alle auf einem Wagen mit Rädern 14, die auch alle notwendigen Geräte durch. Ein Werkstück 15 ist in dieser Figur gezeigt, und es wird darauf hingewiesen, dass diese vom Boden mittels Gummilaststützkissen 16 das Werkstück zu ermöglichen, in einem frei schwebenden Zustand in Schwingung versetzt werden, isoliert werden.

Die Steuerkonsole 10 enthält alle für diesen Zweck auch präzise Motordrehzahlbegrenzung und einem Beschleunigungsmesser Verstärker erforderlichen Geräten haben. Die Steuerschaltung enthält Plug- in Leiterplatten so, dass alle Probleme können leicht gelöst werden, werden nur Austausch einer defekten Platine einfach durch Einstecken in einem neuen Board. Große, leicht zu lesen LED-Anzeigen geben präzise Messwerte von Drehzahl und Leistung Vibrator, Werkstück- Beschleunigung und Behandlungszeiten.

Der Schreiber zeichnet die 11 Scan- Daten automatisch an Vibrator Behandlung Frequenzen sowie den Abschluss des Behandlungszyklus zu lokalisieren. Die PG-, 9 -Charts, in zweidimensionaler Form während der Behandlung gemacht, zu einem festen Bestandteil der Behandlung Rekord.

Der Vibrator 12 ist ein Hochleistungs- Rotations- Vibrationseinrichtung der bewährten Zuverlässigkeit und seine Krafteinstellung Gewichte sind verstellbar, so dass der Vibrator auf große oder kleine Werkstücke verwendet werden.

Der Beschleunigungsmesser 13 liefert präzise Messwerte für eine erfolgreiche Behandlung von

verschiedenen Arten von Werkstücken benötigt werden. Der Beschleunigungsmesser ist robust gebaut, um den Einsatz in der üblichen industriellen Umfeld standhalten und das Kabel für den Anschluss der Beschleunigungsmesser mit dem Gerät ist gebaut, um ständigen Vibrationen ohne Ermüdung zu widerstehen. Insbesondere wird der Beschleunigungsmesser so ausgebildet, dass seine natürliche Resonanz im wesentlichen über den Bereich von Frequenzen um einen Faktor von fünf oder mehr beispielsweise studiert werden.

Mit dieser Ausstattung ist die Erfindung nutzt kontrollierte Vibration auf dynamische Belastung des Werkstücks zu induzieren, und entlastet so Eigenspannungen und damit den Erhalt Dimensionsstabilität. Die Erfindung kann bei sehr großen Schweißkonstruktionen und Gussteile sowie Schmiedeteile eingesetzt werden. Eine Vielzahl von Metallen können mit diesem Gerät auch Grauguss, Sphäroguss und Kugelgraphitisen, Stahl, niedrig legierten hochfesten Stählen, rostfreie Stähle, einschließlich martensitischen, austenitischen und ferritischen, Vergütungs-Legierungen und Niederschlag verstärkt Metalle in entlastet werden Lösungsgeglühten Zustand, einschließlich Aluminium, Eisen, Kobalt und Nickel. In der Anwendung dieser Erfindung ist der erste Schritt, das Werkstück 15 von dem Boden oder der Boden unter der Isolierung mittels der Gummilaststützpolster 16, die unter dem Werkstück an mehreren Ecken und mit diesem Werkstück angeordnet werden kann, Offset ungefähr in einem mittleren Position des einen Seiten. Auf diese Weise wird das Werkstück vollständig von dem Boden und ist frei, um auf die Kissen nach der Aktivierung des Vibrationselements 12 zu schweben. Das Vibratorelement, wie dargestellt, fest mit einem starren Bereich des Werkstücks befestigt ist. Der Vibrator ist mit Hilfe von Klammern 17, die durch ein Loch 18 in dem Werkstück zu verlängern und klemmen den Vibrator fest mit diesem starren Teil des Werkstücks und dadurch eine maximale Übertragung der Vibrationskräfte auf das Werkstück angebracht. Der Beschleunigungsmesser 13 ist mit dem Werkstück an einer Stelle entfernt von der Befestigung des Vibrators 12 und dieser Aufhängung ist mittels einer Klammer 19, die fest verankert die Beschleunigungsmesser an einem Kragen Struktur 20 über eine Öffnung 21 in der oberen Platte befestigt ist das Werkstück.

Das System ist nun betriebsbereit ist, und wird durch Aktivieren des Hauptschalters an der Konsole 10 gestartet. Die erste Operation ist ein automatisches Scannen des Werkstücks, um eine Frequenz zu bestimmen, bei dem die Schwingvorrichtung 12 und diese automatische Scan Betrieb beginnt bei einem Vibrationsgeschwindigkeit von etwa 1000 UpM und wickelt bei etwa 5000 UpM, was etwa sieben und eine halbe Minute dauert. Der Schreiber 11 Grund die relative dynamische Belastung wie durch die Werte der Beschleunigung gegenüber RPM vertreten, und dies wird als Kurve 22, die auf der Karte gezeigt. Gleichzeitig wird eine Aufzeichnung des Vibrators Leistung über der Drehzahl auf der Karte durch eine Linie 23 dargestellt.

Das Schwingungselement 12 wird dann auf eine Geschwindigkeit, die mit einer Spitze in der Beschleunigungskurve 22 entspricht, eingestellt, aber zu diesem Zeitpunkt die Schreibfedern nicht in dieser Messungssequenz zu schreiben. Die Geschwindigkeit, mit der Spitze verbunden ist, bis die Reaktion auf den Vibrator 12 nachlässt gehalten und diese Reaktion variiert in Charakter, aber bei einer typischen Reaktion, wächst die Spitzenhöhe und in eine niedrige Frequenz, so daß es dann weiter auf der linken Seite auf der Karte. Die Spitzen in der Leistungskurve zeigen Bereiche, in denen das Werkstück Resistenz gegen die Behandlung zeigen. Die Reaktion läuft in weniger als fünfzehn Minuten, zu welcher Zeit eine andere Spitze gewählt wird und in einer ähnlichen Weise behandelt. In der Regel drei oder vier solche Spitzen im gesamten Geschwindigkeitsbereich, bis keine weiteren Reaktionsergebnisse behandelt. Nach der beschriebenen Behandlung wird eine Nachbehandlung oder endgültige automatische Scan durchgeführt, die die Reaktion Veränderung der Werkstück dokumentiert, und dies wird eine permanente Aufzeichnung der Behandlung. Diese Kurven sind mit 22A und 23A gezeigt aufgezeichnet. Die Unterschiede zwischen dem ersten und dem zweiten Scan Scan deutlich die Veränderung der dynamischen Belastung Reaktion des Werkstücks 15. Somit wird in nachfolgenden Operationen dieser Datensatz erleichtert Vervielfältigung oder Wiederholbarkeit der Behandlung und erleichtert die Aufsicht da die Behandlungsdiagramm werden Teil der Arbeitspläne für das Werkstück.

Dieses System arbeitet auf Standard- 110-Volt- oder 220 -Volt- Strom und verbraucht relativ wenig Strom im Vergleich zu der enormen Menge von Energie durch Brennstoff oder Elektrizität durch den bisherigen Methoden wie thermische Entspannungs Öfen verbraucht vertreten. Das vorliegende System kann auf sehr große Werkstücke einschließlich der zu groß ist für einen solchen Ofen verwendet werden.

Dieses System ist tragbar, wodurch er auf das Werkstück, statt umgekehrt der Transport zu einem Ofen, oder gebracht werden, um eine Außenwärmebehandlung, die viel Zeit und Geld verbraucht und erfordert auch die Anpassung an die Arbeitszeiten von wer auch immer die hand Arbeit. Die vorliegende Behandlung bietet den großen Vorteil des Konsums nur sehr wenig Zeit, die insgesamt 1 Stunde ohne Zeit für eine Abkühlphase erforderlich annähern kann. Das System kann Stress im internen Werkstück-Mitglieder entlasten als auch Werkstücke mit unterschiedlichen Wandstärken, ohne zusätzliche Belastungen, die durch ungleichmäßige Erwärmung verursacht werden könnten und Kühlung in einem thermischen Entspannungsmethode.

FAZIT

Aus dem Vorstehenden ist ersichtlich, dass es wurde eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Schwingungsstressabbaubei niedriger Amplitude gesteuert werden niederfrequente Schwingungen auf ein Werkstück -Komponente aufgebracht, um Dimensionsstabilität durch Absenken der Restspannungen in

dem Werkstück , ohne die Ausbeute bereitgestellt Stärke bzw. die Lebensdauer der Komponente und welche nicht belasten das Material aushärten .

#### PATENTZITATE

Zitiertes Patent Eingetragen Antragsteller Veröffentlichungsdatum Titel

US3622404 \* 19 . Febr. 1969 23 . NOVEMBER 1971 Leonard Thompson E Verfahren und Vorrichtung zum Entspannen ein Werkstück durch Vibration

US3677831 \* 14 . Mai 1970 18 . Juli 1972 Lodding Technik Corp Stressabbau in festen Materialien

US3741820 \* 7 . Dez . 1970 26 . Juni 1973 Hebel eine Methode zur Entspannung Metall

\* Vom Prüfer zitiert

VON referenziert

Zitiert von Patent Eingetragen Antragsteller Veröffentlichungsdatum Titel

US4446733 \*

17 . August 1981 8 . Mai 1984 Design-Profis Financial Corporation Stress- Kontrolle in festen Materialien

US4823599 \*

15 . September 1987 25 . April 1989 Dietmar Schneider Verfahren zum Betreiben einer Maschine für die Entspannung des Werkstücke durch Vibrationen

US4968359 \*

14 . August 1989 6 . NOVEMBER 1990 Bonal Technologies, Inc. Stressabbau von Metallen

US5035142 \*

19 . Dez . 1989 30 . Juli 1991 Dryga Alexandr I Verfahren zur Vibrationsbehandlung von Werkstücken sowie eine Vorrichtung zur Durchführung derselben wirksam

US5242512 \*

13 . März 1992 7 . September 1993 Legieren Surfaces , Inc. Verfahren und Vorrichtung zur Linderung von Eigenspannungen

US5252152 \*

26 . Okt. 1992 12 . Okt. 1993 David J. Seror Verfahren zur Steuerung in Verzug Werkstück durch selektive Flammhärtenund Vibrationen

US6026687 \*

15 . Juli 1996 22 . Febr. 2000 Jury ; Brent Felix Stresstests und der Linderung der Verfahren und eine Vorrichtung

US6223974 \*

13 . Okt. 1999 1. . Mai 2001 Madhavji A. Unde Hinterkante Entspannungsverfahren ( TESR ) für Schweißnähte

US6342147 \*

15 . Nov. 1999 29 . Jan. 2002 Charles F. Lowrie Verfahren zur Herstellung von harten, galvanisch Eisen mit inhärenten Kanal Porosität

US6916387

6 . Mai 2002 12 . Juli 2005 Howmet Gesellschaft Weld Reparatur von Superlegierung Gussteile

US7175722

31 . Juli 2003 13 . Febr. 2007 Walker Donna M Verfahren und Vorrichtungen zum Stressabbau mit mehreren Energiequellen

US7487689

7 . Januar 2004 10 . Febr. 2009 Tracetrack Technology Ltd Schadstoffscansystem

CN100497669C

26 . Okt. 2007 10 . Juni 2009中南 大学Frequency Selbst adaptive Schwingungszeit -Effekt- Verfahren und eine Vorrichtung

EP0842403A1 \*

15 . Juli 1996 20 . Mai 1998 Brent Felix Jury Stresstests und der Linderung der Verfahren und eine Vorrichtung

WO1993018376A1 \*

16 . Okt. 1992 16 . September 1993 LegierungsoberflächenInc Verfahren und Vorrichtung zur Linderung von Eigenspannungen

\* Vom Prüfer zitiert

#### KLASSIFIZIERUNGEN

US- Klassifikation 73/579 , 148/558

Internationale Klassifikation C21D7/02 , C21D10/00

Unternehmensklassifikation C21D10/00

Europäische Klassifikation C21D10/00

Juristische ereignisse

Datum Ereignis -Code Beschreibung

4. September 1987 AS Zuordnung Name des Inhabers: . VSR MARTIN ENGINEERING GMBH ,

Bahnhofstrasse 52, 62

Kostenlose Textformat: Zuordnung der Zedenten Interesse; Zedenten : . MARTIN ENGINEERING COMPANY ; REEL / FRAME: 004757/0216

Zeitpunkt des Inkrafttretens: 19870730

3 . Dez . 1980 AS Zuordnung Kostenlose Textformat: Zuordnung der Zedenten Interesse; Assignors : KLAUBA BRUCE ; Titone ROGER ; UNTERSCHRIFT VON DATEN 19801126 TO19801128 ; REEL / FRAME: 003833 / 0425

Name des Inhabers: MARTIN ENGINEERING COMPANY , A CORP OF IL, illinoi

Änderungen rückgängig machen

Google Übersetzer für Unternehmen: [Translator Toolkit](#) [Website-Übersetzer](#) [Global Market Finder](#)

[Sofortübersetzung deaktivieren](#) [Über Google Übersetzer](#) [Mobil](#) [Datenschutz](#) [Hilfe](#) [Feedback geben](#)

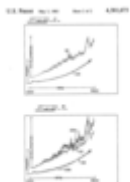
## Vibrational stress relief

US 4381673 A

### ZUSAMMENFASSUNG

A method and apparatus for accomplishing stress relief in fabricated structures by application of dynamic loading induced by vibration to relieve residual stresses sufficiently to achieve dimensional stability. Maximum dynamic loading of the structure by use of an accelerometer attached to the structure is obtained by scanning a range of vibration frequencies to arrive at maximum output of the accelerometer corresponding to the maximum in the dynamically applied loading and tuning the vibration to a frequency corresponding to the peak in the acceleration curve.

### BILDER(2)



### ANSPRÜCHE(2)

What is claimed is:

1. A method for stress relieving a workpiece by vibration comprising the steps of conducting a

pretreatment scan by vibrating the workpiece through a range of predetermined frequencies which range is lower than the natural resonance of the accelerometer by a factor of five or more and recording in two-dimensional form the acceleration of the workpiece as a function of vibrator RPM whereby discernable resonant peaks of the workpiece are displayed, treating the workpiece by vibrating it at the frequency of a plurality of resonant peaks and maintaining the frequency of vibration which excites respective resonant peaks while the amplitude of the peaks increases and/or the frequency of the resonant peaks decreases, and conducting a post-treatment scan by vibrating the workpiece through the same range of frequencies as in the pretreatment scan and utilizing a recorder for recording in two-dimensional form the acceleration of the workpiece as a function of RPM of the vibration to enable ascertainment and comparison of changes in the dynamic loading response as a result of the treatment of the workpiece recorded on a graph displayed by the recorder, and recording in two-dimensional form a plot of the vibrator power as a function of RPM simultaneously with and on the same chart as the acceleration as a function of RPM.

2. An apparatus for stress relieving a workpiece including a rotary eccentric weight vibrator, a variable speed electric motor drivably connected to said vibrator, an electronic motor speed control, a control console adapted to display vibrator RPM, vibrator power, workpiece acceleration and treatment time, an accelerometer physically connectable to a workpiece to be treated and connected to the control console to transmit to the console the acceleration of the workpiece, a chart recorder connected to the control console to simultaneously record, in two-dimensional form, the acceleration of the workpiece as a function of vibrator RPM as one curve and vibrator power as a function of vibrator RPM as another curve, the natural frequency of said accelerometer being above the range of frequencies at which the workpiece responds.

## **BESCHREIBUNG**

### **BACKGROUND OF THE INVENTION**

#### **1. Field Of The Invention**

This invention relates to the field of stress relieving structures in the metal fabricating industry, such as welded assemblies and more particularly where such relief is obtained by vibration of an assembled structure to arrive at a stable structure substantially free of internal stresses.

#### **2. Description Of The Prior Art**

The metalworking industry has experienced considerable difficulty in manufacturing dimensionally accurate heavy industry components such as heavy machine tools, large farm equipment, transportation equipment, construction equipment and various industrial processing machinery, or equipment.

Product quality has improved, but complexity of design has increased and sensitivity to dimensional instability has become correspondingly more acute. One reason for such difficulties in maintaining the dimensional quality has been that the fabrication methods, whether welding, casting, or forging, utilize heat processing of the metal structures. In forming metal it frequently received large quantities of heat to obtain the near molten state required for shaping processes. Such methods produced great

temperature differences in the component structures and this causes residual stresses which remained locked in the component structures after the forming or shaping is completed.

It was necessary to reduce or relieve these built-in stresses by loading the completed structures in a complex manner, or by machining, which often removed metal that had at least partially opposed certain of the residual stresses, or by a stress relief treatment such as by annealing the entire component assembly. If machining occurred prior to relieving such residual stresses, warping, twisting, or other dimensional distortion often resulted.

One solution to this problem was the early practice of storing completed workpieces out of doors in all kinds of weather so that the variations in the weather imposed loads, such as those induced by expansion and contraction. This experience often provides sufficient loading and unloading of the workpieces to arrive at some relief of the residual stresses. However, where large fabricated components were involved, the period of stress relief was very extended and might run a year, or two years, or more.

Another method of solving the problem was developed as a means of saving production time and to meet the inventory pressures. This method utilized as an alternative to the storage system, involved a thermal stress relief process in which the fabricated steel component was placed in a furnace and the temperature raised to approximately 1100° F. This temperature was maintained for a period of time that was identified as the soaking period and then it was necessary to resort to a gradual cool down period. While not as lengthy as the storage method, this system also required a considerable period of time to complete properly.

During the process of thermal stress relief, the relation between stress and strain is altered so that the yield point of the material is substantially lowered which allows stresses above the new yield point to cause plastic flow and thereby reduce the level of the residual stresses. This occurs during the soaking period in the thermal stress relief system, but during the cool down the original yield point is re-established with the result that the high level stresses have been reduced and these typically are the residual stresses that interfere with dimensional stability. This method allowed somewhat faster and more consistent processing of dimensionally critical components but like practically all industrial techniques, it had its disadvantages and limitations.

The thermal treatment caused scaling and sagging of the workpiece. This required the extra processing step of removing the scaling before the component could be utilized in production. The heat of the process resulted in the strength of the component being lowered while in the furnace and frequently sagging of the component resulted, frequently because of the very weight of some heavy components which acted in this manner because of their weight. In attempts to avoid this difficulty, braces sometimes were welded across the sag lines, but again this caused additional labor and material expense.

Frequently, metallurgical changes occurred in a component that altered the physical characteristics of the material and which was usually negative. A number of metals react in this manner.

The energy requirements of the thermal process, especially where a large furnace must be utilized for



very large components, is enormous and where heavy wall thicknesses are utilized in the plate structures of the components a greater period of treatment is necessitated with consequently greater cool down time, all of which contribute greatly to the expense of this system.

A prior art method of stress relieving a work piece by vibration is disclosed in U.S. Pat. No. 3,622,404, but this method required vibration of a workpiece in the frequency range of the resonant peak for each part of the piece to be relieved and maintaining the vibration in the frequency range of each such peak while the amplitude of the peak increases and the power to produce the peak decreases while the frequency range decreases until the power producing the amplitude has stabilized.

However, the acceleration data was distorted because the accelerometer developed resonance within the range under study. Also, poor filtering in the control console affected the acceleration signal and the acceleration data was not completely, or properly presented to the operator so that he could detect the treatment frequencies. A meter was used to indicate resonance. The arrangement lacked an electronic motor speed control and therefore the motor speed accuracy was poor primarily because only a voltage control was used and not any form of negative feedback. The vibrator used with this prior method had an output of 2 or 3 inch pounds so that the vibrator in service often had too little force output to accomplish the job.

#### SUMMARY OF THE INVENTION

The present concept overcomes these prior problems by providing an accelerometer having a resonance substantially outside the frequencies to be studied. By eliminating the use of the meter and instead utilizing a two-dimensional chart recorder which displays and makes graphs of the acceleration versus RPM data and power versus RPM data in such form that resonance is unambiguously and completely displayed for the operator and recorded for purposes of scanning. Extremely close control of motor speed for a predetermined setting is obtained by use of an electronic motor speed control which includes an SCR circuit and a phase lock loop circuit as well as a tachometer which function together to effect very close control of the motor speed. The force output of the vibrator has been increased to more acceptable limits in the range of from six to twelve inch pounds. A DC shunt motor is used with variable voltage with the SCR circuit varying the voltage to the motor. The tachometer senses the motor speed and sends signals to the motor speed control. The phase lock loop circuit compares the motor speed to a signal sent to the motor and varies the signal sent to the motor where necessary.

All of these features distinguish the apparatus and method of the present invention as an improvement over the prior art. The present system provides a power package console which includes more sophisticated filtering of acceleration signals together with an accelerometer that overcomes the deficiencies of the prior method, which was unacceptable because of the resonances it had within the ranges desired, whereas this system has a resonance characteristic on the order of ten times the range to be examined.

This invention utilizes dynamic loading of a workpiece induced by vibration to relieve residual stresses and obtain dimensional stability by achieving yielding, or plastic flow, in the component by applying an external load, in the form of the vibration, that conforms with the direction of the residual stresses and

is great enough to combine with some of these stresses to cause yielding or plastic flow which is the key to achieving stress relief. Mere vibration alone is not enough to achieve the stress relief desired, but precisely controlled vibration must be used and this is obtained herein through the use of selected vibration frequencies. This is achieved by fixedly securing a vibrator to the workpiece and attaching an accelerometer to the workpiece in spaced relation to the vibrator.

The apparatus is then activated to scan the workpiece and determine the frequency at which to vibrate which is recorded on a chart. An operator then sets the vibrator at a speed that corresponds to a peak in the acceleration curve. This speed is held until the reaction to the vibrator subsides. The operator then chooses another peak and treats it in a similar manner. Typically, several such peaks throughout the speed range are treated successively until no further reaction results. After such treatment, a new scan is done to document the response change in the workpiece on a chart which becomes a part of the routing sheets for the workpiece.

#### DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

The foregoing and other and more specific purposes of the invention are realized in the vibration stress relieving system illustrated in the accompanying drawings wherein:

FIG. 1 is a general perspective view of the apparatus for performing this method of vibrational stress relief;

FIG. 2 is an illustration of a chart showing the results of a first scan; and

FIG. 3 is an illustration of a chart showing variations between a first and second scanning operation.

#### DESCRIPTION OF PREFERRED EMBODIMENT

As shown in FIG. 1, this apparatus includes four basic elements comprised of a control console 10, a chart recorder 11, one or more vibrator elements 12, and an accelerometer 13, all of which are carried on a wheeled cart 14 that also includes all of the necessary equipment. A workpiece 15 is shown in this Figure and it will be noted that this is isolated from the floor by means of rubber load supporting cushions 16 which enable the workpiece to be vibrated in a freely floating condition.

The control console 10 contains all of the equipment required for this purpose including accurate motor speed controls and an accelerometer amplifier. The control circuitry includes plug-in printed circuit boards so that any problems can easily be resolved merely by replacing a faulty circuit board just by plugging in a new board. Large, easy to read LED readouts give precise readings of vibrator RPM and power, workpiece acceleration and treatment times.

The chart recorder 11 automatically records the scanning data to pinpoint vibrator treatment frequencies as well as the completion of the treatment cycle. The PG,9 charts, made in two-dimensional form during the treatment process, become a permanent part of the treatment record.

The vibrator 12 is a heavy duty rotary type vibrator device of proven reliability and its force setting

weights are adjustable so that the vibrator may be used on large or small workpieces.

The accelerometer 13 provides precise readings as needed for successful treatment of various types of workpieces. The accelerometer is ruggedly built to withstand use in the usual industrial environment and the cable for connecting the accelerometer with the equipment is built to withstand constant vibration without fatigue. Specifically, the accelerometer is designed such that its natural resonance is substantially above the range of frequencies to be studied by a factor of five or more for example.

With this equipment the invention utilizes controlled vibration to induce dynamic loading of the workpiece, thus relieving residual stresses and thereby obtaining dimensional stability. The invention can be used with very large weldments and with castings as well as forgings. A wide variety of metals may be relieved with this equipment including gray iron, ductile iron, and nodular irons, mild steel, low alloy high strength steels, stainless steels, including martensitic, austenitic and ferritic, heat-treatable alloys and precipitation strengthened metals in the solution-annealed condition, including aluminum, iron, cobalt, and nickel.

In the use of this invention the first step is to isolate the workpiece 15 from the floor, or ground, by means of the rubber load supporting cushions 16 which may be placed under the workpiece at the several corners and with this particular workpiece, under the offset at approximately a mid-position of the one side. In this way the workpiece is completely isolated from the ground and is free to float on the cushions under the activation of the vibrator element 12. The vibrator element, as shown, is rigidly secured to a rigid area of the workpiece. The vibrator is attached by means of clamps 17 which extend through a hole 18 in the workpiece and clamp the vibrator firmly to this rigid section of the workpiece and thereby achieve maximum transmission of the vibrating forces to the workpiece. The accelerometer 13 is secured to the workpiece at a location remote from the attachment of the vibrator 12 and this attachment is secured by means of a clamp 19 that firmly anchors the accelerometer to a collar structure 20 secured about an opening 21 in the top plate of the workpiece.

The system is now ready to be operated and is started by activating the main power switch on the console 10. The first operation is an automatic scanning of the workpiece to determine a frequency at which to operate the vibrator 12 and this automatic scanning begins at a vibration speed of about 1000 RPM and winds up at about 5000 RPM, which takes about seven and one-half minutes to complete. The chart recorder 11 plots the relative dynamic load as represented by the values of acceleration versus RPM and this is shown as a line curve 22 on the chart. Simultaneously, a recording of vibrator power versus RPM is plotted on the chart by a line 23.

The vibrator element 12 is then tuned to a speed that corresponds with a peak in the acceleration curve 22, but at this time the recording pens do not write during this tuning sequence. The speed associated with the peak is maintained until the reaction to the vibrator 12 subsides and this reaction varies in character, but during a typical reaction, the peak grows in height and shifts to a lower frequency so that it is then located further to the left on the chart. The peaks in the power curve indicate areas where the workpiece may show resistance to the treatment. The reaction terminates in less than fifteen minutes, at which time another peak is chosen and treated in a similar manner. Usually three or four such peaks throughout the speed range are treated until no further reaction

results.

After the treatment described, a post-treatment or final automatic scan is done which documents the response change in the workpiece and this becomes a permanent record of the treatment. These curves are shown recorded as 22A and 23A. The variations between the first scan and the second scan clearly indicate the change in dynamic loading response of the work piece 15. Thus, in subsequent operations this record eases duplication or repeatability of the treatment and facilitates supervision inasmuch as the treatment charts become part of the routing sheets for the workpiece.

This system operates on standard 110 volt or 220 volt current and consumes relatively little power when compared to the enormous amount of energy represented by fuel or electricity consumed by previous methods such as thermal stress relieving furnaces. The present system can be used on very large workpieces including those too large for such an oven.

This system is portable whereby it can be brought to the workpiece instead of the other way around of transporting it to an oven, or to an outside heat treater which consumes considerable time and expense and also requires adaptation to the work schedule of whoever may handle the work. The present treatment affords the great advantage of consuming very little time which may approximate one hour total with no time required for a cool down period. The system can relieve stress in internal workpiece members as well as work pieces having varying wall thicknesses without creating additional stresses that could be caused by non-uniform heating and cooling as in a thermal stress relieving method.

## CONCLUSION

From the foregoing it will be seen that there has been provided an apparatus and method for vibrational stress relief wherein controlled low amplitude, low frequency vibrations are applied to a workpiece component to obtain dimensional stability by lowering the residual stresses in the workpiece without reducing the yield strength or the fatigue life of the component and which will not strain harden the material.

## PATENTZITATE

Zitiertes Patent	Eingetragen	Veröffentlichungsdatum	Antragsteller	Titel
<a href="#">US3622404</a> *	19. Febr. 1969	23. Nov. 1971	Leonard E Thompson	Method and apparatus for stress relieving a workpiece by vibration
<a href="#">US3677831</a> *	14. Mai 1970	18. Juli 1972	Lodding Engineering Corp	Stress relief in solid materials
<a href="#">US3741820</a> *	7. Dez. 1970	26. Juni 1973	Hebel A	Method for stress relieving

metal

\* Vom Prüfer zitiert

## REFERENZIERT VON

Zitiert von Patent	Eingetragen	Veröffentlichungsdatum	Antragsteller	Titel
<a href="#">US4446733</a> *	17. Aug. 1981	8. Mai 1984	Design Professionals Financial Corporation	Stress control in solid materials
<a href="#">US4823599</a> *	15. Sept. 1987	25. Apr. 1989	Dietmar Schneider	Method of operating a machine for the stress relief of workpieces by vibration
<a href="#">US4968359</a> *	14. Aug. 1989	6. Nov. 1990	Bonal Technologies, Inc.	Stress relief of metals
<a href="#">US5035142</a> *	19. Dez. 1989	30. Juli 1991	Dryga Alexandr I	Method for vibratory treatment of workpieces and a device for carrying same into effect
<a href="#">US5242512</a> *	13. März 1992	7. Sept. 1993	Alloying Surfaces, Inc.	Method and apparatus for relieving residual stresses
<a href="#">US5252152</a> *	26. Okt. 1992	12. Okt. 1993	David J. Seror	Method of controlling warpage in workpiece by selective flame-hardening and vibrations
<a href="#">US6026687</a> *	15. Juli 1996	22. Febr. 2000	Jury; Brent Felix	Stress testing and relieving method and apparatus
<a href="#">US6223974</a> *	13. Okt. 1999	1. Mai 2001	Madhavji A. Unde	Trailing edge stress relief process (TESR) for

				welds
<a href="#">US6342147</a> *	15. Nov. 1999	29. Jan. 2002	Charles F. Lowrie	Process for producing hard, electrodeposited iron with inherent channel porosity
<a href="#">US6916387</a>	6. Mai 2002	12. Juli 2005	Howmet Corporation	Weld repair of superalloy castings
<a href="#">US7175722</a>	31. Juli 2003	13. Febr. 2007	Walker Donna M	Methods and apparatus for stress relief using multiple energy sources
<a href="#">US7487689</a>	7. Jan. 2004	10. Febr. 2009	Tracetrack Technology Ltd.	Contaminant scanning system
<a href="#">CN100497669C</a>	26. Okt. 2007	10. Juni 2009	中南大学	Frequency self-adaptive oscillation time-effect method and device
<a href="#">EP0842403A1</a> *	15. Juli 1996	20. Mai 1998	Brent Felix Jury	Stress testing and relieving method and apparatus
<a href="#">WO1993018376 A1</a> *	16. Okt. 1992	16. Sept. 1993	Alloying Surfaces Inc	Method and apparatus for relieving residual stresses

\* Vom Prüfer zitiert

## KLASSIFIZIERUNGEN

US-Klassifikation	<a href="#">73/579</a> , <a href="#">148/558</a>
Internationale Klassifikation	<a href="#">C21D7/02</a> , <a href="#">C21D10/00</a>
Unternehmensklassifikation	<a href="#">C21D10/00</a>
Europäische Klassifikation	<a href="#">C21D10/00</a>

## JURISTISCHE EREIGNISSE

Datum	Code	Ereignis	Beschreibung
4. Sept.	AS	Assignment	Owner name: VSR MARTIN ENGINEERING GMBH, BAHNHOFSTRASSE 52, 62

1987

Free format text: ASSIGNMENT OF  
ASSIGNORS  
INTEREST.;ASSIGNOR:MARTIN  
ENGINEERING  
COMPANY;REEL/FRAME:004757/0216  
Effective date: 19870730

---

3.  
Dez.  
1980

AS

Assignment

Free format text: ASSIGNMENT OF  
ASSIGNORS  
INTEREST;ASSIGNORS:KLAUBA  
BRUCE;TITONE ROGER;SIGNING DATES  
FROM 19801126  
TO19801128;REEL/FRAME:003833/0425  
Owner name: MARTIN ENGINEERING  
COMPANY, A CORP. OF IL, ILLINOI

[Google-Startseite](#) - [Sitemap](#) - [USPTO-Bulk-Downloads](#) - [Datenschutzerklärung](#) -  
[Nutzungsbedingungen](#) - [Über Google Patente](#) - [Feedback geben](#)

Daten bereitgestellt von IFI CLAIMS Patent Services.