



(12) Ausschließungspatent

(11) DD 286 946 A7

Erteilt gemäß § 18 Absatz 2
Patentgesetz der DDR
vom 27. 10. 1983
in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) G 01 M 07/08

DEUTSCHES PATENTAMT

(21)	DD G 01 M / 277 451 8	(22)	18.06.85	(45)	14.02.91
(71)	siehe (72)				
(72)	Thieme, Jürgen, Dipl.-Ing., Neuwieder Straße 73, O - 1157 Berlin; Meyer, Gerhard; Hofmann, Manfred; Fe- ger, Wolfgang, DE				
(73)	siehe (72)				
(54)	Verfahren zur pneumatischen Erzeugung von Stößen				

(55) Stoßprüfung; pneumatische Stoßerzeugung; Arbeitszylinder; Druckspeicher; Stoßparameter; Ventilschaltung
(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur pneumatischen Erzeugung von Stößen für die Prüfung von Geräten, Ausrüstungen u. ä. auf ihre mechanische Festigkeit und ihr Betriebsverhalten insbesondere bei Belastungen in Folge der Einwirkung von Druckwellen. Der Kolben eines Arbeitszylinders, an dessen Kolbenstange die Aufspannplatte für den Prüfling befestigt ist, wird mit einem Gegendruck p_1 in der unteren Zylinderkammer in die Ausgangsstellung nach oben gefahren. Durch Öffnen eines Schnelleinlaßventils der oberen Zylinderkammer wird der Kolben mit dem Arbeitsdruck $p_2 > p_1$, der in einem Druckspeicher bereitgestellt wurde, beaufschlagt und dadurch beschleunigt. Der dabei anwachsende Druck in der unteren Zylinderkammer bewirkt in Verbindung mit einem Auslaßventil, einem Sammelkasten und einer einstellbaren Drossel ein Abbremsen des Systems entsprechend der geforderten Zeitfunktion. Mittels des erfindungsgemäß vorgeschlagenen Verfahrens ist es möglich, die Stoßparameter (Amplitude, Dauer, Anstiegszeit, Abklingzeit) infolge Änderung des Gegendruckes, des Volumens, des Arbeitsdruckes und der zeitlichen Aufeinanderfolge der Ventilschaltungen zu variieren.

Erfindungsanspruch:

1. Verfahren zur pneumatischen Erzeugung von Stößen mit großer Beschleunigung und langer Stoßdauer für die Prüfung von Geräten, Ausrüstungen u. ä., **gekennzeichnet dadurch**, daß der Kolben (6) eines Arbeitszylinders (3) bei geöffnetem Entlüftungsventil (16) über das Einlaßventil (1) mit einem Gegendruck p_1 , der kleiner ist als der im Druckspeicher (11) vorhandene Arbeitsdruck p_2 , in die obere Endlage gefahren wird und anschließend das zwischen oberer Zylinderkammer (7) und Druckspeicher (11) befindliche Schnelleinlaßventil (4) geöffnet wird, wobei der Kolben (6) und damit der Prüfling (10) zunächst beschleunigt, danach durch das Komprimieren der Luft in der unteren Zylinderkammer (2) bei geschlossenem Einlaßventil (1) verzögert sowie nachfolgendem Öffnen des Druckabbauventils (17) und des Auslaßventils (5) mit nachgeschaltetem Sammelkasten (18) und Drossel (14) der Stoßvorgang kurz vor Erreichen der unteren Endlage beendet und ein prellfreier Stoß erreicht wird.
2. Verfahren nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß durch eine zeit- und/oder wegeabhängige Steuerung des Auslaßventils (5) und des Druckabbauventils (17) die Stoßparameter veränderbar sind.
3. Verfahren nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß das Volumen des Druckspeichers (11) durch Anordnung von Druckspeicherkolben (12) und Spindel (13) veränderlich ist.
4. Verfahren nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Funktion des Druckabbauventils (17) vom Entlüftungsventil (16) mit übernommen wird.
5. Verfahren nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß durch entsprechende Anordnung des Arbeitszylinders (3) Stoßprüfungen in beliebiger Richtung durchführbar sind.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur pneumatischen Erzeugung von Stößen mit hohen Beschleunigungen und großen Schwingwegen.

Das Verfahren kann insbesondere für die Prüfung (Shock-Test) von Geräten, Ausrüstungen u. ä. auf ihre Beständigkeit gegenüber den Einwirkungen eines seismischen Stoßes angewendet werden. Neben der Größe der Beschleunigung ist dabei besonders der zeitliche Verlauf, die Dauer und die Richtung des Stoßes von ausschlaggebender Bedeutung für die analoge Beanspruchung des Prüflings.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Stoßverfahren ganz allgemein sind in LENK/REHNITZ „Schwingungsprüftechnik“ (Verlag Technik, Berlin, 1974) angegeben. Nach der Art der Energieumwandlung haben danach bisher folgende Verfahren umfassende technische Bedeutung erlangt: mechanisch – mechanische Wandlung, elektromechanische Wandlung, hydraulisch – mechanische Wandlung bzw. ihre Kombinationen.

Bekannte Verfahren nach dem Prinzip der mechanisch-mechanischen Wandlung nutzen im allgemeinen eine Platte mit aufmontiertem Prüfling, die von einer oder mehreren senkrechten Säulen geführt ist und im freien Fall auf einen Amboß fällt und dessen Form entsprechend dem Profil der zu erzeugenden Stoßform gewählt wird. Die gewöhnlich eingesetzten Ambosse können aus einem geeigneten elastischen Material hergestellt sein, eine hydraulische oder pneumatische Kompression aufweisen oder auch eine plastische Verformung erfahren. Zu diesen Verfahren, insbesondere zur Stoßformung, existieren eine Vielzahl von Patenten, z. B. DD-PS 50.355, DD-PS 70.772, DD-PS 74.653, DD-PS 75.820, DD-PS 92.140, DE-PS 1.110.916, DE-PS 2.020.396, US-PS 2.846.869, US-PS 3.100.983, US-PS 3.106.834, US-PS 3.402.593, US-PS 3.566.668, SU-PS 462.099, SU-PS 476.474, SU-PS 485.337, SU-PS 523.319, GB-PS 1.085.064, DD-PS 150.410.

Alle Verfahren weisen jedoch mehrere Nachteile auf, insbesondere erfordern sie eine erhebliche Fallhöhe und damit einen großen Raumbedarf. Wegen der seitlichen Begrenzung der Fallplatte durch die Führungssäulen darf der Prüfling keine zu großen Abmessungen haben. In der Regel entstehen beim Aufprall der Fallplatte auf den Amboß Prellstöße. Weitere Nachteile sind das Auftreten von Querkraften, wenn der Schwerpunkt des gesamten fallenden Teiles nicht in der Achse liegt, sowie die Möglichkeit der Erzeugung von nur vertikalen Stößen.

Verfahren mit hydraulisch-mechanischer Wandlung erfordern zur Realisierung der geforderten Stöße umfangreiche Generator-, Steuer-, Leistungs- und Arbeitsstufen. Bei entsprechender Dimensionierung lassen sich lange Stoßdauern und große Schwingwege erzielen. Nachteile sind hierbei die infolge des Hydraulikkreislaufes dabei nur erreichbaren geringen bis mittleren Beschleunigungen und die große Anzahl von erforderlichen Dichtstellen.

Der Einsatz von pneumatischen Verfahren erfolgt vorrangig als gemischtes System mit Hydraulik.

In der SU-PS 783.615 – Int. Patentklasse G01 M7/00 – wird ein Stoßprüfstand beschrieben, der zur Erzielung hoher Beschleunigungen und großer Wege einen Arbeitszylinder besitzt, gefüllt in der oberen Kammer mit Gas und in der unteren mit einer Flüssigkeit. Zur Vorbereitung wird in der oberen Kammer durch Füllen mit Luft ein Arbeitsdruck erzeugt. In dieser

Ausgangsstellung ist der Arbeitsdruck in der unteren Kammer gleich dem in der oberen. Durch Öffnen eines Ablaßventils der unteren Kammer kann die Flüssigkeit über Abströmkänae und eine Drossel abfließen, das oben komprimierte Gas entspannt sich und der Prüfling wird stoßförmig bewegt.

Dieses Verfahren hat den Nachteil, daß in der Ausgangsstellung der Arbeitsdruck gleich dem Gegendruck und das Volumen der unteren Zylinderkammer konstant ist, wodurch der Arbeitsbereich eingeschränkt wird. Weitere Nachteile sind die Verwendung unterschiedlicher Medien, was zwei separate Anlagen erfordert, und die Verwendung einer Flüssigkeit als Gegendruckmittel, was eine geringere Ausströmgeschwindigkeit und demzufolge geringere Beschleunigungen als bei Gas zur Folge hat.

Ein analoges Verfahren beschreibt die BRD-OS 2.012.601 – Int. Patentklasse G 01 M 13/00.

In der SU-PS 690.351 – Int. Patentklasse G 01 M 7/00 – wurde ein Stoßprüfstand mit pneumatischem Arbeitszylinder, hydraulischen Hilfszylindern und einem Elektromagnet zur Stoßauslösung vorgeschlagen. Nach Füllen der unteren Kammer des Arbeitszylinders mit dem Arbeitsdruck wird der Magnet betätigt und der Prüfling über Kolben, Kolbenstange und Platte bewegt. Die Hilfszylinder bewirken durch einen Druckaufbau in der oberen Kammer während des Stoßvorganges ein Abbremsen und die Beendigung nach der Druckgleichheit in beiden Kammern. Zur Vorbereitung eines neuen Stoßes muß die Flüssigkeit innerhalb der Hilfszylinder zurückgefördert werden.

Nachteilig sind hier ebenfalls die für 2 Medien erforderlichen Versorgungs- und Steuereinrichtungen, die Notwendigkeit von Hilfszylindern und die umfangreichen Lichtstellen.

In der BRD-OS 2.160.884 – Int. Patentklasse G 01 N 3/36 – wurde vorgeschlagen, ein Prüfschlagwerk mit pneumatischem Antrieb zu verwenden, bei dem die Aufspannplatte für den Prüfling den oberen Abschluß eines Hohlzylinders bildet, der in einem festen Gehäuse mit zwei in ihrer Größe konstanten Druckkammern beweglich angeordnet ist und der Stoßvorgang durch den Arbeitsdruck in der oberen Druckkammer hervorgerufen wird, wobei in der Ausgangsstellung der Arbeitsdruck immer kleiner als der Gegendruck ist, da die Druckdifferenz zum Halten des Prüflings in der Ausgangsstellung benötigt wird.

Dieses Prüfschlagwerk hat den Nachteil, daß der Arbeitsdruck immer kleiner als der Gegendruck ist und damit der Stoßvorgang im wesentlichen von der Auslegung des Öffnungsventils abhängig ist, was den Anwendungsbereich stark einschränkt. Weitere Nachteile sind die zusätzlich zum Prüfling große zu bewegende Masse, die große Anzahl von Dichtstellen durch den Einsatz eines Doppelzylinders und das erforderliche Aufschlagen des Stempels auf das feste Gehäuse. Durch letzteres werden unerwünschte Schwingungen bzw. Prellstöße in das System eingeleitet.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung ist es, ein Verfahren zur pneumatischen Erzeugung von Stößen hoher Beschleunigung und langer Stoßdauer für die Prüfung von Geräten, Ausrüstungen u. ä. mittlerer bis großer Masse in horizontaler und vertikaler Richtung zu schaffen.

Mit geringem technischen Aufwand soll gewährleistet werden, daß für den Prüfstoß eine reproduzierbare Stoßform nach Amplitude, Zeit, Anstiegsflanke und Abklingzeit einstellbar ist.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Stoßprüfverfahren zur Erzeugung von Stößen zu schaffen, das es gestattet, Prüflinge auf ihre Stoßbeständigkeit zu untersuchen, wobei die Stoßparameter in großem Umfang variabel und reproduzierbar sein sollen. Zwecks Vermeidung der Nachteile eines Hydraulikeinsatzes (Dichtungsprobleme, Rückführung des Mediums) ist das Verfahren auf pneumatischer Grundlage bei zusätzlicher Ausnutzung der Kompressibilität der Luft zu schaffen sowie zur Gewährleistung einer großen Anzahl von Stößen kein Bauteil einzusetzen, das zur Stoßformung elastisch oder plastisch verformt wird.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß ein pneumatisches Einkolbenarbeitssystem verwendet wird, wobei zunächst der Kolben bei offener erster Zylinderkammer durch Einfüllen von Luft und Erzeugung des Gegendruckes p_1 in der zweiten Zylinderkammer in die Endlage gefahren wird. Dieser Gegendruck p_1 wird so gewählt, daß der Kolben mit Prüfling sicher in dieser Lage fixiert wird. Die erste Zylinderkammer wird nun geschlossen. Anschließend oder gleichzeitig wird über ein Füllventil ein Druckspeicher mit dem Arbeitsdruck p_2 , der größer als der Gegendruck p_1 ist, gefüllt.

Zur Auslösung des Stoßes wird die im Druckspeicher vorhandene Luft durch Öffnen eines Schließeinlaßventils in die erste Zylinderkammer eingelassen. Infolge des Druckunterschiedes zwischen den beiden Kammern wird der Kolben mit Kolbenstange, Tisch und Prüfling beschleunigt. Nach der anfänglich hohen Beschleunigung wegen des großen Druckunterschiedes nimmt diese mit Ansteigen des Druckes in der zweiten Kammer und Abfallen des Druckes in der ersten Kammer infolge der Kolbenbewegung ab, es wird unter Nutzung der Kompressibilität der Luft der Abbremsvorgang eingeleitet (Erzeugung der 1. Phase der 2. Halbwelle der Beschleunigung). Das nachfolgende zeit- und/oder wegeabhängig gesteuerte Öffnen des Auslaß- und des Druckabbauevents bewirkt die weitere Abbremsung und die Formung der 2. Phase der 2. Halbwelle. Schließlich gewährleistet die Kombination des Auslaßventils mit einem Sammelkasten und einer Drossel eine nochmalige geringe Verdichtung sowie eine geringe Ausströmgeschwindigkeit, so daß der Kolben nun langsam mit vernachlässigbarer Beschleunigung auf den Zylinderdeckel aufsetzt und kein Nachschwingen auftritt.

Ausführungsbeispiel

Mit dem nachstehenden Ausführungsbeispiel soll die Erfindung anhand eines Verfahrens für die Erzeugung vertikaler Stöße erläutert werden. Die beigefügte Zeichnung zeigt eine schematische Darstellung.

Durch das Füllventil 1 wird die untere Zylinderkammer 2 des Arbeitszylinders 3 mit dem Gegendruck p_1 gefüllt, wobei das Auslaßventil 5 geschlossen ist. Zur Entlüftung der oberen Zylinderkammer 7 ist dabei das Entlüftungsventil 16 geöffnet, das Schnelleinlaßventil 4 aber geschlossen. Der Gegendruck p_1 wird dabei so groß gewählt, daß das bewegliche Teil, bestehend aus dem Kolben 6, der Kolbenstange 8, der Aufspannplatte 9 und dem Prüfling 10 in die obere Endlage gedrückt und dort fixiert wird. Gleichzeitig wird der Druckspeicher 11, dessen Volumen mittels Spindel 13 und Druckspeicherkolben 12 vorher eingestellt wurde, über das Druckspeicherventil 15 mit dem Arbeitsdruck ($p_2 > p_1$) gefüllt.

Durch Öffnen des Schnelleinlaßventils 4 strömt die Luft aus dem Druckspeicher 11 in die obere Zylinderkammer 7. Da der sich dort aufbauende Druck größer als der Gegendruck p_1 ist, wird der Kolben 6 mit den daran befestigten Teilen nach unten beschleunigt. Nach Ablauf einer entsprechend dem geforderten Stoß eingestellten Zeit werden das Auslaßventil 5 und das Druckabbauventil 17 geöffnet. Die Luft kann aus der oberen Zylinderkammer 7 und aus der unteren Zylinderkammer 2 entweichen. Die Anordnung eines Sammelkastens 18 und einer Drossel 14 bewirken, daß der Stoß entsprechend der geforderten Funktion abgebremst und schließlich ein Aufschlagen des Kolbens 6 auf den unteren Zylinderdeckel des Arbeitszylinders verhindert wird.

Die Stoßparameter hängen von der Prüflingsmasse, dem Arbeitsdruck, dem Gegendruck, dem Volumen des Druckspeichers, den Abmessungen des Arbeitszylinders und den Schaltzeiten der Ventile ab und können den jeweiligen Prüfbedingungen angepaßt werden.

