DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK

PATENTSCHRIFT

(12) Wirtschaftspatent

(19) DD (11) 249 316 A1

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

4(51) F 16 H 1/48

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	WP F 16 H / 290 498 8	(22)	23.05.86	(44)	02.09.87

(71) VEB Maschinenfabrik und Eisengießerei, 4500 Dessau, Kabelweg 69, DD
(72) Stammberger, Karl, Dr.-Ing.; Hese, Bernd, Dipl.-Ing.; Otto, Helmut, Dipl.-Ing.; Zinke, Erich; Klein, Günther, Dipl.-Ing.; Gehrmann, Iris, DD

(54) Lastausgleich für mehrstufige Planetengetriebe

(57) Die Erfindung bezieht sich auf ein Lastausgleichssystem für mehrstufige Planetengetriebe. Es handelt sich um eine Kombination bekannter Ausgleichsprinzipien mit einem neuartigen Ausgleichsprinzip, die jedoch nur in ihrer Kombination technisch sinnvoll und wirksam sind. Die Erfindung bezieht sich insbesondere auf langsamlaufende, vorwiegend wälzgelagerte Planetengetriebe, wie sie z. B. zum Antrieb von Tagebaugroßgeräten, Zementmühlen, Walzgerüsten und auch Erzeugnissen des Schwermaschinenbaues angewendet werden. Das Ziel der Erfindung besteht darin, durch den konstruktiven Aufbau den Lastausgleich zu gewährleisten und gleichzeitig eine kostengünstige Montage und material- und raumsparende Anordnung der Stufen zu ermöglichen. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß jeweils der Planetenträger, der das kleinere Drehmoment zu übertragen hat, nur einseitig pendelnd gelagert ist und mit dem Sonnenritzel der jeweils nächsten Stufe, die das größere Drehmoment zu übertragen hat, fest verbunden ist und somit dieses Sonnenritzel in den Planetenrädern dieser nächsten Stufe die zweite „Lagerstelle" bildet.

ISSN 0433-6461

5 Seiten

Erfindungsanspruch:

1. Lastausgleichssystem für mehrstufige Planetengetriebe, **dadurch gekennzeichnet,** daß, wenn ein Getriebe aus n-Planetengetriebestufen besteht, bei n-1 Planetengetriebestufen die Planetenträger (7) jeweils nur einseitig in einem Pendelrollenlager (8) gelagert und die Planetenträger (7) jeweils mit dem folgenden Sonnenritzel (11) fest verbunden sind und somit die freie Einstellbarkeit dieser Sonnenritzel (11) gewährleistet ist.
2. Lastausgleichssystem nach Punkt 1, **dadurch gekennzeichnet,** daß die Planetenräder (2 und 12) aller n-Stufen auf Pendelrollenlagern (5 und 15) bzw. auf Lagern, die pendelnde Bewegungen gestatten, gelagert sind und sie sich somit bei n-1 Stufen frei von der Winkelabweichung der Planetenträger (7) — Sonnenritzel (11) — Achse, bzw. bei der Antriebsstufe (17) dieser Winkelabweichung folgend, einstellen können und damit die Breitenlastverteilung in allen Stufen zwischen Sonnenritzeln (1 und 11) und Planetenrädern (2 und 12) sichern.
3. Lastausgleichssystem nach Punkt 1, **dadurch gekennzeichnet,** daß das ungelagerte Sonnenritzel (1) der n-1 Planetengetriebestufe über eine Doppelzahnkupplung (1, 9, 10) (oder Einfachzahnkupplung) angetrieben wird, welche eine freie Einstellung zu den Planetenrädern (2) garantiert.
4. Lastausgleichssystem nach Punkt 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet,** daß alle Innenzahnkränze (3 und 13) über je ein Wellrohr (4 und 14) die eine freie Einstellung der Innenzahnkränze (3 und 13) bezüglich der Mittelpunktsverlagerung und eventuell notwendige Schiefstellung der Achse ermöglichen, mit dem Gehäuse (20) verbunden sind, wodurch eine gleichmäßige Lastverteilung zwischen den Planetenrädern (2 und 12) mit dem jeweiligen Innenzahnkranz (3 und 13) gesichert wird.
5. Lastausgleichssystem nach Punkt 1 und 3, **dadurch gekennzeichnet,** daß die feste Verbindung zwischen den Planetenträgern (7) und dem Sonnenritzel (11) der folgenden Stufe durch Flanschverbindung (Fig. 1), geschrumpfte Zahnkupplungs- oder Vielkeilverbindung (Fig. 2), Schrumpfverbindung (Fig. 3) oder Paßverbindung (Fig. 4) realisiert wird.
6. Lastausgleichssystem nach Punkt 1 und 4, **dadurch gekennzeichnet,** daß die Verbindung zwischen den Innenzahnkränzen (3, 13) und Wellrohren (4, 14) bei 3 Planetenrädern durch eine Flanschverbindung verwirklicht wird.
7. Lastausgleichssystem nach Punkt 1, 4 und 6, **dadurch gekennzeichnet,** daß die Verbindung zwischen den Innenzahnkränzen (3, 13) und Wellrohren (4, 14) bei 4 (oder mehr) Planetenrädern (2, 12) durch direktes Verschweißen der Wellrohre (4, 14) mit den Innenzahnkränzen (3, 13) erfolgt und die mögliche elastische Verformung des Innenzahnkranzes (3, 13) ohne versteiften Flansch einen Fehlerausgleich (besonders Teilungsfehlerausgleich) durch eine Abweichung vom Kreis garantiert.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

Anwendungsgebiet

Die Erfindung betrifft einen Lastausgleich für mehrstufige, langsamlaufende, vorwiegend wälzgelagerte Planetengetriebe mit mindestens zwei Planetengetriebestufen. Solche Getriebe werden z. B. in den Antrieben von Tagebaugroßgeräten, der Zementindustrie, der Walzwerke, von Schiffen, von Gesteinaufbereitungsanlagen und von anderen Erzeugnissen des Schwermaschinen- und Anlagenbaus eingesetzt.
Die Erfindung bezieht sich insbesondere auf die vor der Planetengetriebeabtriebsstufe liegende (liegenden) Planetengetriebestufe (Planetengetriebestufen), wobei jedoch die Abtriebsstufe, von ihrer Konstruktion her, bestimmte Ausgleichsbewegungen ermöglichen muß.

Charakteristik bekannter technischer Lösungen

Es ist bekannt, daß vor allem bei größeren Planetengetriebestufen konstruktive Möglichkeiten für einen Lastausgleich angewendet werden. Diese untergliedern sich in Ausgleichssysteme zur Einstellbarkeit des zentralen Sonnenritzels, der Planetenräder und der innenverzahnten Zahnkränze. Zur Ermöglichung der freien Einstellbarkeit des Sonnenritzels werden hauptsächlich angewandt:
— Antrieb über eine Doppelzahnkupplung, ungelagert
— Antrieb über eine Einfachzahnkupplung, ungelagert
— Antrieb über ein Kardangelenk, ungelagert
Zur Ermöglichung einer Einstellbarkeit der Planetenräder werden angewandt:
— elastische Lagerungen der Planetenradbolzen im Planetenträger
Zur Ermöglichung der Einstellbarkeit der innenverzahnten Zahnkränze sind bekannt:

— die Aufnahme in einer Einfach- oder Doppelzahnkupplung
— die Aufnahme in Hülsenfedern
— die Aufnahme in einem Wellrohr
— die Aufnahme in elastischen Gehäuseteilen
Mit diesen und analogen Möglichkeiten werden im Planetengetriebebau die unterschiedlichsten Kombinationen angewandt, wobei mindestens eine der vier Achsen — Sonnenritzelachse, Planetenradachsen, Planetenträgerachse und Innenzahnkranzachse — fest im Gehäuse angeordnet ist.
Die Nachteile dieser Lösungen sind eine große Baulänge (= Raumbedarf) des Getriebes, komplizierte Montage, relativ großer Materialaufwand.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht darin, durch die Kombination bekannter Ausgleichsprinzipien mit einem neuartigen Ausgleichsprinzip den Lastausgleich (zum Ausgleich der Fertigungsfehler) zu gewährleisten und gleichzeitig eine kostengünstige Fertigung und Montage und eine material- und raumsparende Anordnung der Stufen (optimale Baulänge) zu ermöglichen.

Darlegung des Wesens

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Lastausgleichssystem für mehrstufige Planetengetriebe zu schaffen. Dabei sind bekannte Ausgleichselemente zu kombinieren.
Erfindungsgemäß wird das dadurch erreicht, daß das zentrale Sonnenritzel über eine Doppelzahnkupplung (oder bei großem Abstand zum Antriebsmotor über eine Einfachzahnkupplung) angetrieben wird — es ist ungelagert und eine völlig freie Einstellung im prkatischen Mittelpunkt des 1. Planetenträgers und damit eine nahezu 100%ige Lastverteilung gewährleistet wird. Die 3 oder 4 Planetenräder sind pendelnd auf dem Planetenradbolzen gelagert. Damit ermöglichen sie einen idealen Lastausgleich über die Zahnbreite. Eventuellen Schiefstellungen des Sonnenritzels (bei einer Einfachzahnkupplung) passen sich die Planetenräder an. Der innenverzahnte Zahnkranz ist mit einem Wellrohr über Flansch- oder Schweißverbindungen verbunden. Letztere Verbindungsart (ohne den versteifenden Flansch) wird bei 4 Planetenrädern angewendet, um eine elastische Verformung des Innenzahnkranzes, abweichend vom Kreis, zu ermöglichen. Das Wellrohr gestattet dem Innenzahnkranz eine Verlagerung des Mittelpunktes und eine gewisse Schiefstellung, um sich den Planetenrädern anzugleichen. Der Planetenträger ist nur einseitig in einem Lager, welches Pendelbewegungen gestattet, gelagert.
Pendelbewegungen kann somit der gesamte 1. Planetenträger vollführen. Diese Freiheit zu Pendelbewegungen ermöglicht wiederum dem nächsten zentralen Sonnenritzel, welches fest mit dem 1. Planetenträger verbunden, eine freie Einstellung seiner Mittelpunktslage. Dabei kann eine gewisse Schräglage entstehen, die durch die pendelnd gelagerten 3 oder 4 Planetenräder seiner Planetenstufe und den wiederum (wie oben beschrieben) mit einem Wellrohr verbundenen Innenzahnkranz kompensiert wird. Die Zahl der so ineinandergreifenden Planetenradsätze muß mindestens zwei betragen, damit das System wirksam wird; jeweils der letzte Planetenträger ist statisch bestimmt zweifach gelagert. (Das heißt bei z. B. insgesamt drei Planetenstufen sind der 1. und 2. Planetenträger jeweils nur in einem Pendelrollenlager gelagert, den 2. Abstützpunkt für den 1. Planetenträger bildet das fest mit dem 1. Planetenträger verbundene Sonnenritzel der 2. Planetenstufe und den 2. Abstützpunkt für den 2. Planetenträger das fest mit ihm verbundene Sonnenritzel der 3. Planetenstufe. Der 3. Planetenträger ist zweifach gelagert!)
Diese Kombination ist nur durch
— die gemeinsame Anwendung des freigestellten Sonnenritzels der 1. Planetenstufe
— den pendelnd nur 1× gelagerten Planetenträger der 1. (und evtl. folgenden) Planetenstufe
— den mit ihm fest verbundenen und damit frei einstellbaren Sonnenritzel der folgenden Stufe
— die Lagerung aller Planetenräder in Pendelrollenlagern
— die elastische Aufhängung aller Innenzahnkränze in Wellrohren
— die statisch bestimmte Lagerung des Abtriebsplanetenträgers
technisch sinnvoll und wirksam. Den Planetenradstufen nach dieser Kombination können auch andere Getriebestufen (Stirnrad-, Kegelrad- oder Schneckengetriebestufen) vorgelagert sein.
Das Ausgleichssystem ist für relativ langsamlaufende Planetengetriebestufen geeignet, d. h. für Eingangsdrehzahlen der 1. Planetengetriebestufe nicht über 1000 min^{-1}.

Ausführungbeispiel

Die Erfindung wird nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1: Lastausgleichssystem für ein zweistufiges Planetengetriebe mit Flanschverbindung Planetenträger 1. Stufe, Sonnenritzel 2. Stufe
Fig. 2: Zahnkupplungs- oder Vielkeilverbindung, geschrumpft zwischen Planetenträger 1. Stufe und Sonnenritzel 2. Stufe
Fig. 3: Schrumpfverbindung zwischen Planetenträger 1. Stufe und Sonnenritzel 2. Stufe
Fig. 4: Paßfederverbindung zwischen Planetenträger 1. Stufe und Sonnenritzel 2. Stufe

In der Fig. 1 wird das Lastausgleichssystem am Beispiel eines zweistufigen Planetengetriebes dargestellt. Das ungelagerte Sonnenritzel 1 der 1. Stufe ist über eine Kupplungshülse 9 mit der Zahnkupplungsnabe 10 verbunden. Diese Anordnung garantiert eine freie Einstellbarkeit des Sonnenritzels in den praktischen Mittelpunkt der 1. Stufe. Die gleichmäßige Lastverteilung

zu den 3 Planetenrädern 2 ist gewährleistet. Die Pendelrollenlager 5 auf den Planetenbolzen 6 ermöglichen eine gleichmäßige Lastverteilung über die Zahnbreite. Der Innenzahnkranz 3 ist über ein Wellrohr 4 mit dem Gehäuse 20 verbunden. Durch das Wellrohr 4 wird die gleichmäßige Lastverteilung der drei Planetenträger 2 zum Innenzahnkranz 3 gesichert.
Durch das Wellrohr 4 kann der Innenzahnkranz 3 Mittelpunktsabweichungen korrigieren und Schieflagen der Planetenräder 2 über die Zahnbreite.
Der einseitig im Pendelrollenlager 8 aufgenommene Planetenträger 7 ist mit dem Sonnenritzel 11 der 2. Stufe fest verbunden. Als Verbindungsart ist in Fig. 1 die Flanschverbindung dargestellt. Es kann aber, ohne das Prinzip zu verändern, auch eine Zahnkupplung oder Vielkeilwelle leicht eingeschrumpft werden, wie in Fig. 2, oder es wird eine Schrumpfverbindung, wie in Fig. 3, oder eine Paßfederverbindung, wie in Fig. 4, gewählt.
Durch die pendelnde Lagerung kann sich das Sonnenritzel 11 der 2. Stufe (mit einer gewissen Winkelabweichung von der Hauptachse) frei einstellen im praktischen Mittelpunkt der 2. Stufe. Die Lastverteilung zu den 3 Planetenträgern 12 ist gesichert. Die Pendelrollenlager 15 auf dem Planetenbolzen 16 ermöglichen wiederum eine gleichmäßige Lastverteilung über die Zahnbreite (und Angleichung an eine eventuelle Schräglage der Achse Planetenträger 7 der 1. Stufe — Sonnenritzel 11 der 2. Stufe). Der Innenzahnkranz 13 ist analog der 1. Stufe über ein Wellrohr 145 mit dem Gehäuse 20 verbunden. Das Wellrohr 14 sichert die gleichmäßige Lastverteilung der drei Planetenräder zum Innenzahnkranz 13 durch die mögliche Mittelpunktsabweichung desselben und die mögliche Schiefstellung. Der Planetenträger 17 der 2. Stufe ist in zwei Wälzlagern 18 und 21 statisch bestimmt gelagert. Er ist mit der Abtriebswelle 19 fest verbunden.

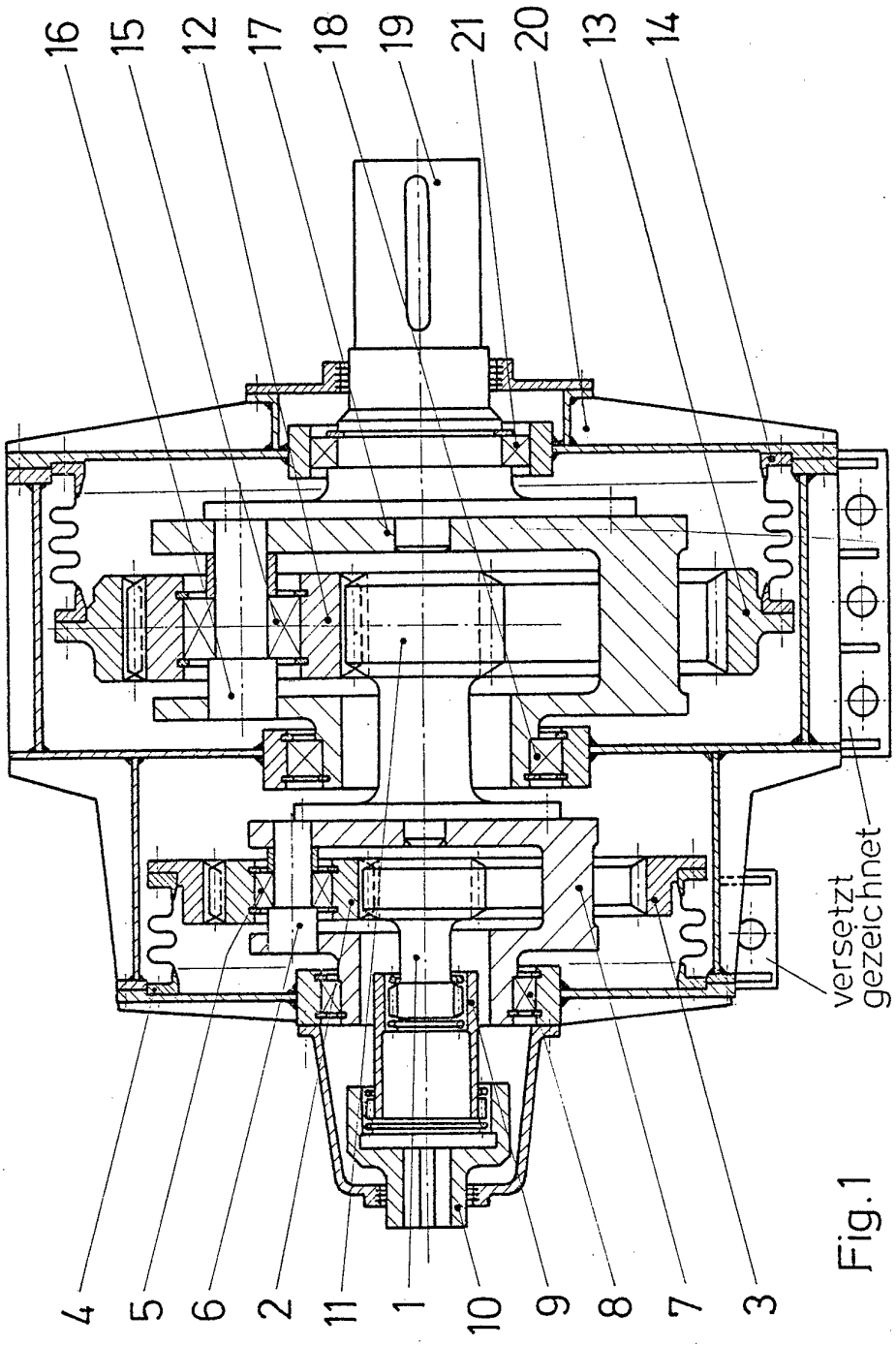


Fig. 1

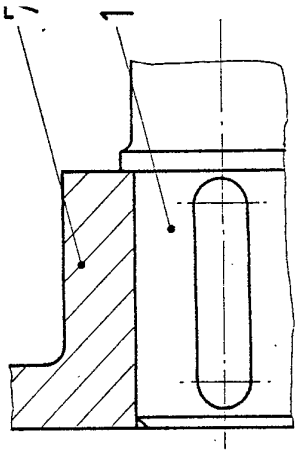


Fig. 4

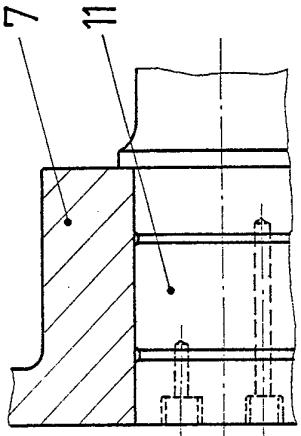


Fig. 3

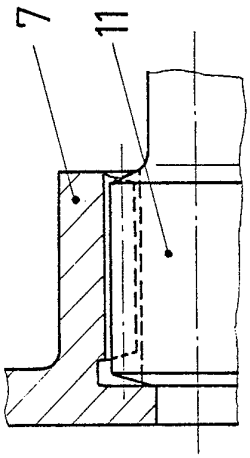


Fig. 2