



DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK
AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

PATENTSCHRIFT 79 609

Wirtschaftspatent

Bestätigt gemäß § 6 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

**Patentbibliothek
des AfEP**

Int. Cl.³

(11) 79 609 (45) 26.11.80 3(51) G 01 N 33/42
(21) WP 42 k / 144 222 (22) 10.12.69
(44)¹ 05.02.71

(71) siehe (72)

(72) Strunck, Kurt; Heidrich, Werner; Just, Heinz, Dr.; Doerr, Detlef, DD

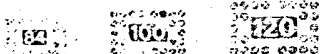
(73) siehe (72)

(74) Herbert Beige, Forschungsanstalt für Schifffahrt, Wasser- und Grundbau, BfN, 1017 Berlin, Alt Stralau 44/45

(54) Verfahren zur Überprüfung der Verdichtungswirkung und des erreichten Verdichtungsgrades bei der Bodenverdichtung mittels Vibrationswalzen, -platten und Bodenschwingverdichtern

5 Seiten

¹⁾ Ausgabetag der Patentschrift für das gemäß § 5 Absatz 1 AndG zum PatG erteilte Patent



Die Erfindung betrifft ein Verfahren, womit die Verdichtungswirkung von Vibrationswalzen, -platten und anderen Vibrationsverdichtungsgeräten unmittelbar während der Verdichtungsarbeit vom Bedienungsmann der Vibrationsmaschine an einem batteriegespeisten Meßgerät abgelesen werden kann.

Nach den bekannten Verfahren erfolgt die Überprüfung der Verdichtung auf der Baustelle nur stichprobenartig entweder mittels direkter Kontrollen der erzielten Trockenrohdichte oder mittels indirekter Prüfmethode, wobei stets eine vorhergehende Eichung auf das zu verdichtende Lockergestein erforderlich ist. Als Maßstab für die erreichte Verdichtung von Lockergesteinen wird international die durch eine bestimmte Verdichtungsarbeit bei verschiedenen Wassergehalten ermittelte optimale Trockenrohdichte (Standarddichte) zugrunde gelegt. Die in der Praxis verwendeten Prüfmethode orientieren daher vornehmlich darauf, 100% Trockenrohdichte (als Prozentzahl auf die Standarddichte ausgedrückt) zu erhalten.

Die Bestimmung der Trockenrohdichte erfordert in der Praxis zwei Prüfungen

1. die Bestimmung der Feuchtrohdichte;
2. die Bestimmung des Wassergehalts.

Es gibt eine große Zahl von Prüfmethode, die für die Bestimmung der Feuchtrohdichte und des Wassergehalts geeignet sind. Als modernste und schnellste Prüfmethode ist die Prüfung mittels radiometrischer Einstichsonden zu nennen, wobei Dichte und Wassergehalt unmittelbar hintereinander gemessen werden können.

Über Eich Tabellen kann für den punktförmigen Anschluß die erreichte Trockendichte bestimmt werden.

Die Prüfung dauert mit Auf- und Abbau etwa 10 Min. Reine Oberflächensonden sind im Erdbau im allgemeinen nicht geeignet, da sie nur einen sehr geringen Tiefenbereich erfassen, die Oberfläche der mit Rüttelmaschinen verdichteten Schicht aber stets aufgelockert ist.

Als indirekte Methoden der Verdichtungsprüfung werden Schlagsonden, Spitzendrucksonden oder Plattendruckbelastungen angewendet, die ebenfalls nur eine punktförmige Überprüfung gestatten und meist sehr aufwendig sind. Die seismische Untersuchungsmethode gestattet bei großem Aufwand relative Dichtebestimmungen.

Die bisher bekannten Verdichtungsprüfmethode im Erdbau haben den Nachteil, daß sie nur stichprobenartige Kontrollen gestatten. Sie erfordern speziell ausgebildetes Personal. Prüfmethode, die eine direkte oder indirekte Überprüfung des Verdichtungsgrades während der Verdichtungsarbeiten ermöglichen, sind aus der Literatur nicht bekannt.

Der moderne Erdbau mit seinen großen Förder- und Einbauleistungen erfordert einen großen Aufwand an Personal und Meßgeräten für die Verdichtungsüberprüfungen. Zur Zeit sind diese Überprüfungen nur stichprobenartige Kontrollen, mit denen eine unzureichende Verdichtung nur nachgewiesen aber nicht in jedem Falle verhindert werden kann. Der Prüfort ist häufig schon durch weitere Schüttungen verdeckt. Trotz des großen Prüfaufwandes bleibt der Nutzen einer nachträglichen

Kontrolle relativ gering.

Bei vielen Verdichtungsmaschinen läßt sich die Erregerfrequenz verstellen. Ein Optimum in der Verdichtungswirkung und damit eine Reduzierung der Zahl der Verdichtungsübergänge läßt sich erreichen, wenn die Erregerfrequenz auf die jeweilige Erdart abgestimmt ist. Die Einstellung der Frequenz obliegt häufig dem Bedienungsmann, der z. Z. keine Möglichkeit hat, die Wirkung der Frequenzverstellung zu kontrollieren. Aus Unkenntnis wird die Frequenz meist gedrosselt (um die Maschine zu schonen), wobei die Verdichtungswirkung auf weniger als 50% absinken kann. Ähnliche Fehler werden bei zu hoher Arbeitsgeschwindigkeit begangen, ohne daß der Bedienungsmann die Auswirkungen kennt. Die Folgen sind nicht nur ungenügend verdichtete Flächen, sondern auch große Streuungen im Verdichtungsgrad. Das wirkt sich besonders im Verkehrsbau schädlich auf den Verkehr und die Lebensdauer der Verkehrswege aus.

Mit der Erfindung sollen die vorgenannten Mängel bei der Verdichtung mit Vibrationsverdichtungsmaschinen weitgehend beseitigt werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, dem Bedienungsmann einer Vibrationsverdichtungsmaschine die Möglichkeit zu geben, in einfacher Weise, während der Verdichtung und ohne Unterbrechung derselben, die Wirkungsweise mit jedem Übergang zu kontrollieren, um eine Unterverdichtung aber auch eine unökonomische Überverdichtung zu vermeiden. Es soll ferner bei Vibrationsmaschinen mit verstellbarer Frequenz die optimale Frequenz durch Vergleich der Wirkungsweise bestimmt werden können.

Dazu ist ein physikalischer Vorgang zu finden, dessen Veränderung direkt abhängig ist von der Dichteänderung des verdichteten Erdstoffes. Dazu wird das Verhalten der vom Verdichtungsgerät erzeugten elastischen Wellen im Verdichtungsgut, deren Schwingungsparameter von der Dichteänderung unmittelbar verändert werden, benutzt.

Erfindungsgemäß geschieht das dadurch, daß die Schwingungsbewegung des Verdichtungsgerätes auf dem Verdichtungsgut gemessen wird und die Veränderung der Amplitude der wirksamen Frequenz gegebenenfalls unter Verwendung eines Filters als Maß für den Zustand der Verdichtung benutzt wird.

Es kann auch die vom Verdichtungsgerät im Boden erzeugte Welle in bestimmter Entfernung vom Gerät gemessen werden. Die Absorption der Wellenenergie im Boden ist abhängig vom Verdichtungsgrad. Damit ist die Messung der Schwingungsamplitude an einer vom Verdichtungsgerät immer gleich weit entfernten Stelle ebenfalls ein Maß für die erreichte Verdichtung.

Auch die Ausbreitungsgeschwindigkeit der vom Verdichtungsgerät erzeugten Wellen im Boden kann als Maß für Grad der Verdichtung benutzt werden. Die Messung dieses Parameters kann durch Erfassung der Phasenlage der am Gerät erzeugten Schwingungen und der Phasenlage der Schwingung in einer immer gleichen Entfernung vom Gerät geschehen.

Auch die Wirkung der Absorption der Schwingungsenergie und die Veränderung der Ausbreitungsgeschwindigkeit können durch Messung vor und hinter dem laufenden Verdichtungsgerät erfaßt werden. Durch Bildung des Quotienten oder der Differenz der gemessenen Werte im unverdichteten und verdichteten Boden kann die Verdichtungswirkung unmittelbar eingeschätzt werden. Es ist

kein Verdichtungseffekt mehr zu erzielen, wenn entweder die Differenz sich Null nähert oder der Quotient nach eins geht. Es kann mit Hilfe obengenannter Verfahren auch die optimale Frequenz der Verdichtungsmaschine gefunden werden. Die Vorrichtung zur Ausführung dieses Verfahrens besteht aus einer Meßvorrichtung

- a) für Amplitudenmessung;
- b) für Differenz- oder Quotientenmessung;
- c) für Messung der Ausbreitungsgeschwindigkeit mittels Phasenvergleich.

Bei der Messung der Bewegung des Verdichtungsgerätes ist der Schwingungsaufnehmer auf dem Verdichtungsgerät befestigt, während die übrigen elektronischen Bausteine in einer Tasche beim Bedienungsmann untergebracht sind. Bei der Messung der Absorption der Wellen ist ein Schwingungsaufnehmer auf einer Schleppe befestigt, die in immer gleichem Abstand hinter dem Verdichtungsgerät hergezogen wird. Die restlichen elektronischen Bausteine befinden sich in der Tragetasche beim Bedienungsmann. Bei der Messung der Ausbreitungsgeschwindigkeit ist die Phasenmarkierung am Verdichtungsgerät und der Schwingungsaufnehmer auf der Schleppe befestigt. Die restlichen elektronischen Bausteine werden in der Tragetasche beim Bedienungsmann untergebracht.

Wenn eine Differenz- oder Quotientenmessung durchgeführt wird, wird mit einer Schleppe vor dem Verdichtungsgerät und einer Schleppe hinter dem Verdichtungsgerät mit je einem Schwingungsaufnehmer gearbeitet.

Mit der Erfindung wird erreicht, daß das Verdichtungsgerät solange vom Geräteführer über das zu verdichtende Material geführt wird, bis der mit dem Gerät mögliche Verdichtungsgrad erreicht ist. Andererseits wird vermieden, daß das Verdichtungsgerät mehr als nötig über die zu verdichtende Fläche geführt wird, wenn kein Verdichtungseffekt erreicht werden kann. Mit der Erfindung läßt sich eine wesentliche Qualitätsverbesserung der Herstellung gleichmäßig verdichteter Erdbauwerke erreichen und der bisher erforderliche Aufwand an Prüfkapazität auf einzelne Stichproben reduzieren. Kontrollen lassen sich unmittelbar während der Verdichtung durch den Bedienungsmann mit Hilfe des Prüfgerätes ausführen.

Die Erfindung soll nachstehend an zwei Ausführungsbeispielen näher erläutert werden. In der zugehörigen Zeichnung zeigen:

Fig. 1: die Anwendung der Amplitudenmessung an einer Rüttelplatte,

Fig. 2: die Anwendung der Absorptionsmessung an einer Rüttelwalze.

Nach Fig. 1 wird an der Bodenplatte 5 der Rüttelplatte 1 der Schwingungsaufnehmer 2 befestigt und durch das Verbindungskabel 6 mit der Meßvorrichtung 3 beim Bedienungsmann 4 verbunden.

Während der Verdichtungsarbeit beobachtet der Bedienungsmann 4 die Meßvorrichtung 3. Zeigt das Meßgerät bei einem erneuten Übergang des Verdichtungsgerätes über das Verdichtungsgut keine Vergrößerung der Amplitude mehr an, dann kann die Verdichtungsarbeit eingestellt werden. Es ist dann mit diesem Verdichtungsgerät keine größere Verdichtungswirkung mehr zu er-

zielen.

In Fig. 2 wird von einem Raupenschlepper 1' eine Rüttelwalze 2' gezogen. An die Rüttelwalze wird mittels eines Verbindungselementes 7' eine Schleppe 6' angehängt, so daß der Abstand Rüttelwalze - Schleppe gewährleistet ist, aber keine Schwingungen übertragen werden.

Auf der Schleppe 6' ist der Schwingungsaufnehmer 3' befestigt und über das Kabel 5' mit der Meßvorrichtung 4' im Fahrerhaus des Schleppers 1' verbunden. Die Rüttelwalze wird solange über das Verdichtungsgut geführt, bis am Anzeigergerät keine Vergrößerung der Amplitude (entspricht der geringsten Absorption der Wellenenergie) mehr angezeigt wird. Es ist dann mit diesem Gerät keine weitere Verdichtung mehr zu erzielen und die Verdichtungsarbeit mit dem Gerät kann in diesem Bereich eingestellt werden.

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Überprüfung der Verdichtungswirkung und des erreichten Verdichtungsgrades bei der Bodenverdichtung mittels Vibrationswalzen, -platten und Bodenschwingverdichtern, dadurch gekennzeichnet, daß die Schwingungsbewegung des Verdichtungsgerätes auf dem Verdichtungsgut gemessen wird und die Veränderung der Amplitude der wirksamen Frequenz beispielsweise mit-

tels eines Filters als Maß für den Zustand der Verdichtung benutzt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die vom Verdichtungsgerät im Boden erzeugte Welle in bestimmter Entfernung vom Gerät gemessen wird, und die auf Grund der Absorption der Wellenenergie im Boden entsprechend der Verdichtung verschieden stark ankommende Schwingungsamplitude als Maß für die Verdichtung genommen wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausbreitungsgeschwindigkeit der vom Verdichtungsgerät im Boden erzeugten Wellen als Maß für den Grad der Verdichtung benutzt wird, indem die Phasenlage der am Verdichtungsgerät entstehenden Schwingungen und die Phasenlage der in bestimmter Entfernung vom Verdichtungsgerät ankommenden Schwingungen gemessen werden.

4. Verfahren nach Anspruch 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Wirkung der Absorption und die Veränderung der Ausbreitungsgeschwindigkeit durch gleichzeitige Messung vor und hinter dem Verdichtungsgerät erfaßt wird, und ein Quotient oder eine Differenz vom Meßgerät angezeigt wird.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

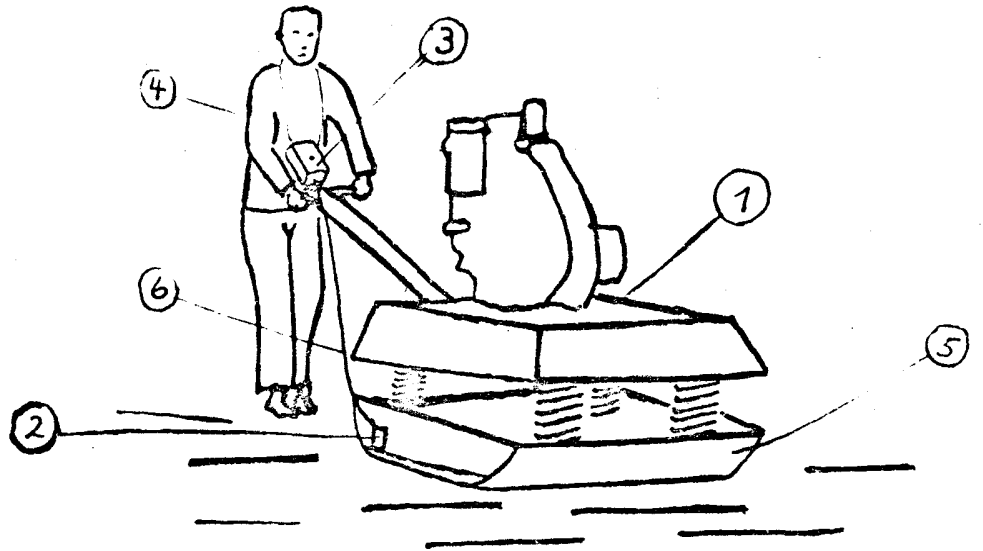


Fig. 2

