

(12) **Patentschrift**

(21) Anmeldenummer: A 279/2017
(22) Anmeldetag: 04.07.2017
(45) Veröffentlicht am: 15.10.2018

(51) Int. Cl.: **E01B 27/16** (2006.01)

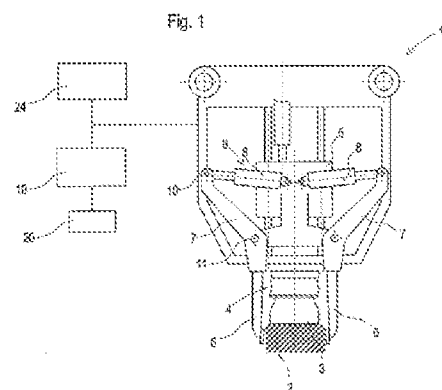
(56) Entgegenhaltungen:
AT 518025 A1

(73) Patentinhaber:
Plasser & Theurer - Export von
Bahnbaumaschinen Gesellschaft m.b.H.
1010 Wien (AT)

(74) Vertreter:
Haas Franz Dipl.Ing.
1010 Wien (AT)

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Verdichten eines Gleisschotterbetts**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verdichten eines Gleisschotterbetts (2) mittels eines Stopfaggregats (1), das zwei gegenüberliegende Stopfwerkzeuge (6) umfasst, die bei einem Stopfvorgang mit einer Schwingung beaufschlagt in das Gleisschotterbett (2) abgesenkt und mit einer Beistellbewegung aufeinander zubewegt werden. Dabei ist vorgesehen, dass zumindest eine variable Schwingungsgröße (16, 23) in Abhängigkeit einer Eindringdauer (13) in das Gleisschotterbett (2) vorgegeben wird, bis eine geforderte Eindringtiefe der Stopfwerkzeuge (6) erreicht wird.



Beschreibung

VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM VERDICHTEN EINES GLEISSCHOTTERBETTS

GEBIET DER TECHNIK

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Verdichten eines Gleisschotterbetts mittels eines Stopfaggregats, das zwei gegenüberliegende Stopfwerkzeuge umfasst, die bei einem Stopfvorgang mit einer Schwingung beaufschlagt in das Gleisschotterbett abgesenkt und mit einer Beistellbewegung aufeinander zubewegt werden. Zudem betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

STAND DER TECHNIK

[0002] Stopfaggregate zum Unterstopfen von Schwellen sind bereits mehrfach bekannt, wie z. B. durch AT 500 972 B1 oder AT 513 973 B1. Auf die Stopfwerkzeuge einwirkende Vibrationen können entweder mechanisch durch eine Exzenterwelle oder durch hydraulische Impulse in einem Linearmotor erzeugt werden.

[0003] AT 515 801 B1 beschreibt ein Verfahren zum Verdichten eines Gleisschotterbettes mittels eines Stopfaggregats, wobei eine Qualitätsziffer für eine Schotterbetthärte ausgewiesen werden soll. Zu diesem Zweck wird eine Beistellkraft eines Beistellzylinders in Abhängigkeit eines Beistellweges erfasst und über einen daraus abgeleiteten Energieverbrauch eine Kennziffer definiert. Allerdings hat diese Kennziffer wenig Aussagekraft, weil ein nicht zu vernachlässigender Energieanteil, der im System verloren geht, keine Berücksichtigung findet. Zudem würde auch die während eines Stopfvorgangs tatsächlich in den Schotter eingebrachte Gesamtenergie keine verlässliche Beurteilung eines Schotterbettzustands erlauben. Außerdem muss für eine Ermittlung einer energieoptimalen Amplitude bzw. Frequenz zuerst der Oberbau identifiziert werden, was sich sehr zeit- und kostenintensiv auf den Stopfvorgang auswirkt.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, für ein Verfahren und eine Vorrichtung der eingangs genannten Art eine Verbesserung gegenüber dem Stand der Technik anzugeben.

[0005] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 und eine Vorrichtung gemäß Anspruch 7. Abhängige Ansprüche geben vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung an.

[0006] Das Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass zumindest eine variable Schwingungsgröße in Abhängigkeit einer Eindringdauer in das Gleisschotterbett vorgegeben wird, bis eine geforderte Eindringtiefe der Stopfwerkzeuge erreicht wird. Auf diese Weise wird ein energieoptimiertes Eindringen der Stopfwerkzeuge erreicht. Die Schwingungsgröße ändert sich dabei automatisch mit zunehmender Eindringdauer, sodass der Eindringvorgang immer auf die tatsächlichen Schotterbettverhältnisse abgestimmt ist. Dadurch ist vorab kein Identifizieren eines Oberbaus und dessen Bettungshärte bzw. Widerstand notwendig. Aufgrund der Eindringdauer wird einfach ein Rückschluss auf die Bettungshärte gezogen.

[0007] In einer einfachen Ausprägung des Verfahrens wird hierzu die Schwingungsgröße mittels einer in einer Steuerung abgespeicherten Tabelle und/oder Kurve verändert. Damit kann mit wenig Rechenleistung eine schnelle Anpassung der Schwingungsgröße erfolgen.

[0008] Zudem ist es vorteilhaft, wenn die vorgegebene Abhängigkeit der Schwingungsgröße von der Eindringdauer in Echtzeit verändert wird. Auf diese Weise kann rasch auf besondere Verhältnisse reagiert werden, indem beispielsweise ein schnellerer Anstieg der Schwingungsgröße bei zunehmender Eindringdauer erfolgt. Zudem hat ein Bediener der Arbeitsmaschine jederzeit die Möglichkeit, Vorgaben für einen Stopfvorgang in Echtzeit zu optimieren.

[0009] Vorteilhafterweise wird als Schwingungsgröße eine ansteigende Amplitude vorgegeben.

Bei einer lockeren Schotterbettung (Neulage) mit geringem Widerstand reicht für das Eindringen der Stopfwerkzeuge eine geringe Amplitude. Bei dieser lockeren Schotterbettung ist keine Erhöhung der Amplitude notwendig. Die Masse des Stopfaggregates reicht aus, um die Stopfwerkzeuge auf eine geforderte Bearbeitungstiefe abzusenken. Bei einer harten Schotterbettung (lange Liegezeit) dauert das Eindringen der Stopfwerkzeuge durch einen höheren Widerstand des Schotters länger. In Abhängigkeit der Eindringdauer wird die Amplitude gesteigert, um dem höheren Eindringwiderstand entgegen zu wirken und diesen zu überwinden.

[0010] Eine weitere Verbesserung sieht vor, dass als Schwingungsgröße eine variable Frequenz vorgegeben wird. Eine Abhängigkeit der Frequenz von der Eindringdauer wirkt sich energieoptimierend auf das Stopfaggregat aus. Beispielsweise kann bei einer lockeren Schotterbettung eine geringere Frequenz beibehalten werden. Nur für eine harte Schotterbettung werden die Frequenz und damit die aufzuwendende Energie mit zunehmender Eindringdauer erhöht.

[0011] Zudem ist es von Vorteil, wenn die Eindringdauer und eine für das Eindringen in das Gleisschotterbett aufgewendete Energie in einer Auswerteeinrichtung aufgezeichnet werden. Durch ein Aufzeichnen der benötigten Energie bei jedem Eindringvorgang ist eine einfache Dokumentation gegeben, die zur weiteren Optimierung der Wartungsintervalle heranziehbar ist.

[0012] Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Durchführung eines der vorgenannten Verfahren umfasst ein Stopfaggregat, das zwei gegenüberliegende Stopfwerkzeuge umfasst, die jeweils über einen Schwenkarm mit einem Beistellantrieb und einem Schwingungsantrieb gekoppelt sind, wobei in einer Steuerung eine Abhängigkeit zumindest einer Schwingungsgröße von der Eindringdauer vorgegeben ist.

[0013] Dabei ist es vorteilhaft, wenn eine Auswerteeinrichtung zur Aufzeichnung der Eindringdauer und/oder einer aufgewendeten Energie vorgesehen ist. Durch die Aufzeichnung und Auswertung wird eine Energiebilanz des Stopfaggregates weiterführend verbessert.

[0014] Eine zusätzliche Weiterbildung der Vorrichtung sieht vor, dass die Steuerung als intelligente Steuerung eingerichtet ist, um die vorgegebene Abhängigkeit der Schwingungsgröße von der Eindringdauer zur Energieoptimierung automatisch anzupassen. Eine intelligente Steuerung kann beispielsweise lernfähig ausgebildet sein, um vorhergehende aufgezeichnete Stopfvorgänge in die Energieoptimierung miteinfließen zu lassen.

[0015] Zudem ist es von Vorteil, wenn die Steuerung mit einer Bedieneinheit zum Verändern der vorgegebenen Abhängigkeit der Schwingungsgröße von der Eindringdauer in Echtzeit gekoppelt ist. Somit hat der Bediener bei jedem Stopfvorgang nach wie vor die Möglichkeit, in eine Steuerung des Stopfaggregates und somit den Stopfvorgang einzugreifen.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0016] Die Erfindung wird nachfolgend in beispielhafter Weise unter Bezugnahme auf die beigefügten Figuren erläutert. Es zeigen in schematischer Darstellung:

[0017] Fig. 1 Stopfaggregat

[0018] Fig. 2 Diagramm optimiertes Eindringverhalten

BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0019] Fig. 1 zeigt ein vereinfacht dargestelltes Stopfaggregat 1 zum Unterstopfen einer Gleisschotterbettung 2 unterhalb von Schwellen 3 eines Gleises 4 mit einem absenkbaaren Werkzeugträger 5 und Paaren von zwei gegenüberliegenden Stopfwerkzeugen 6. Jedes Stopfwerkzeug 6 ist über einen Schwenkarm 7 mit einem hydraulischen Beistellantrieb 8 verbunden, welcher zeitgleich als Schwingungsantrieb 9 dient. Der jeweilige Schwenkarm 7 weist eine obere Schwenkachse 10 auf, auf der der Beistellantrieb 8 gelagert ist. Um eine untere Schwenkachse 11 ist der jeweilige Schwenkarm 7 drehbar auf dem Werkzeugträger 5 gelagert. Ein solches Stopfaggregat 1 ist für den Einbau in eine auf einem Gleis 4 verfahrbare Gleis-

stopfmaschine bzw. einen Stopfsatelliten vorgesehen.

[0020] In Fig. 2 ist ein Schwingungsverlauf eines Stopfwerkzeugs 6 während eines Eindringvorgangs in einem Diagramm 12 dargestellt. Auf der Abszissenachse ist die Eindringdauer 13 aufgetragen. Die Ordinatenachse gibt Werte für die Schwingungsausschläge 14 (Vibration) der Stopfwerkzeuge 6 an. Eine Hüllkurve 15 der Schwingungsausschläge 14 zeigt einen Verlauf der Schwingungsamplitude 16. Mit dieser Kurve 15 ist im vorliegenden Beispiel die Amplitude 16 als variable Schwingungsgröße in Abhängigkeit der Eindringdauer 13.

[0021] Konkret wird in Abhängigkeit der Eindringdauer 13 die Amplitude 16 anhand der Kurve 15 erhöht, bis die geforderte Eindringtiefe erreicht ist (die Amplitude 16 ist eine Funktion der Eindringdauer 13). Auf diese Weise wird abhängig von der Eindringdauer 13 und damit vom Widerstand der Schotterbettung 2 automatisch die energieoptimale Schwingungsamplitude 16 vorgegeben. Es ist vorab kein Identifizieren des Oberbaus und dessen Bettungshärte notwendig. Die in Fig. 2 dargestellte Kurve 15 weist beispielhaft einen linearen Verlauf auf.

[0022] Im Diagramm zeigen zwei vertikale Linien 17, 18 jeweils ein Erreichen der vorgegebenen Eindringtiefe. Die erste vertikale Linie 17 entspricht einer lockeren Schotterbettung 2 mit einem geringen Widerstand. Hier ist der Eindringvorgang bereits nach einer kurzen Eindringdauer 13 unter Beibehaltung einer kleinen Schwingungsamplitude 16 abgeschlossen.

[0023] Die zweite vertikale Linie 18 entspricht einer harten Schotterbettung 2 mit großem Widerstand. Über die längere Eindringdauer 13 steigert sich entsprechend der Kurve 15 die Amplitude 16, bis bei einem maximalen Ausschlag der Stopfwerkzeuge 6 der Eindringvorgang abgeschlossen ist. Bei einer härteren Schotterbettung 2 dauert der Eindringvorgang länger und dadurch wird automatisch die optimale Amplitude 16 vorgegeben.

[0024] Beispielsweise ist die Kurve 15 als Funktion oder in tabellarischer Form in einem Speicher einer Steuerung 19 hinterlegt. Es können auch mehrere Kurven 15 abgespeichert sein, wobei über eine Bedieneinheit 20 eine Auswahl getroffen oder eine Änderung von Kurvenparametern vorgenommen werden kann. Mit einer intelligenten Steuerung besteht die Möglichkeit, automatisiert in Echtzeit Anpassungen der vorgegebenen Kurve 15 vorzunehmen. Dabei werden beispielsweise aktuell durchgeführte Eindringvorgänge ausgewertet, um den Energieaufwand für das Eindringen der Stopfwerkzeuge 6 zu optimieren. Auch Rückschlüsse auf die Beschaffenheit der Schotterbettung 2 sind möglich.

[0025] Die Anpassung der vorgegebenen Kurve 15 kann auch die Form betreffen. Beispielsweise kann ein Anstiegsbeginn 21 und ein Anstiegsende 22 eines linearen Anstiegs der Schwingungsamplitude 16 verschoben werden. Auch nichtlineare Änderungen der Schwingungsgrößen können sinnvoll sein, um in optimaler Weise auf bestehende Bedingungen zu reagieren (z.B. sinusförmiger Anstieg). Zudem sind aufeinander abgestimmte Änderungsvorgaben für die Amplitude 16 und die Frequenz bzw. Periodendauer 23 zweckmäßig, um die Schwingungsbewegung der Stopfwerkzeuge 6 während eines Eindringvorgangs zu optimieren.

[0026] Zu diesem Zweck umfasst die Vorrichtung eine mit der Steuerung 19 gekoppelten Auswerteeinrichtung 24. Mittels dieser Auswerteeinrichtung 24 wird beispielsweise die für einen Eindringvorgang notwendige Energie ermittelt. Dabei gilt bei einer hydraulischen Schwingungserzeugung mittels Beistellzylinder für die mechanische Leistung folgende Beziehung:

$$P_{\text{mech}} = p_0 \cdot Q$$

p_0 ... hydraulischer Versorgungsdruck [bar]

Q ...notwendiger Volumenstrom der Beistellzylinder $\left[\frac{\text{m}^3}{\text{s}}\right]$.

[0027] Der Volumenstrom der Beistellzylinder kann mit folgender Formel abgeschätzt werden:

$$Q = (A_A + A_B) \cdot a \cdot f$$

A_A ...Große Fläche des Beistellzylinders, $[\text{m}^2]$

A_B ...Kleine Fläche des Beistellzylinders, [m^2]

a ...Amplitude 16 des Beistellzylinders, [m]

f ... Frequenz der Schwingungsbewegung, [$\frac{1}{s}$]

[0028] Die benötigte Energie für das Eindringen pro Eindringvorgang ergibt sich dann wie folgt:

$$W_{ed} = \int_{t_0}^{t_{tauch}} P_{mech} \cdot dt = \int_{t_0}^{t_{tauch}} p_0 \cdot (A_A + A_B) \cdot a \cdot f \cdot dt$$

t_0 ...Beginn der Eindringdauer 13 [s]

t_{tauch} ...Ende der Eindringdauer 13 [s]

[0029] Bei Stopfaggregaten mit einem Exzenterantrieb zur Vibrationserzeugung lässt sich zunächst die Schwingungsfrequenz in der oben beschriebenen Weise vorgeben. Bei Varianten mit verstellbarer Schwingungsamplitude 16 ist auch diese in Abhängigkeit von der Eindringdauer 13 vorgebbbar (siehe hierzu die österreichische Patentanmeldung mit dem Aktenzeichen A 60/2017 der Anmelderin oder die Anmeldung AT 517 999 A1).

Patentansprüche

1. Verfahren zum Verdichten eines Gleisschotterbetts (2) mittels eines Stopfaggregats (1), das zwei gegenüberliegende Stopfwerkzeuge (6) umfasst, die bei einem Stopfvorgang mit einer Schwingung beaufschlagt in das Gleisschotterbett (2) abgesenkt und mit einer Beistellbewegung aufeinander zubewegt werden, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest eine variable Schwingungsgröße (16, 23) in Abhängigkeit einer Eindringdauer (13) in das Gleisschotterbett (2) vorgegeben wird, bis eine geforderte Eindringtiefe der Stopfwerkzeuge (6) erreicht wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schwingungsgröße (16, 23) mittels einer in einer Steuerung (19) abgespeicherten Tabelle und/oder Kurve (15) verändert wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die vorgegebene Abhängigkeit der Schwingungsgröße (16, 23) von der Eindringdauer (13) in Echtzeit verändert wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Schwingungsgröße eine ansteigende Amplitude (16) vorgegeben wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Schwingungsgröße eine variable Frequenz bzw. Periodendauer (23) vorgegeben wird.
6. Verfahren zum Verdichten eines Gleisschotterbetts nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Eindringdauer (13) und eine für das Eindringen in das Gleisschotterbett (2) aufgewendete Energie in einer Auswerteeinrichtung (24) aufgezeichnet werden.
7. Vorrichtung zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6, mit einem Stopfaggregat (1), das zwei gegenüberliegende Stopfwerkzeuge (6) umfasst, die jeweils über einen Schwenkarm (7) mit einem Beistellantrieb (8) und einem Schwingungsantrieb (9) gekoppelt sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass in einer Steuerung (19) eine Abhängigkeit zumindest einer Schwingungsgröße (16, 23) von der Eindringdauer (13) vorgegeben ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Auswerteeinrichtung (24) zur Aufzeichnung der Eindringdauer (13) und/oder einer aufgewendeten Energie vorgesehen ist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerung (19) als intelligente Steuerung eingerichtet ist, um die vorgegebene Abhängigkeit der Schwingungsgröße (16, 23) von der Eindringdauer (13) zur Energieoptimierung automatisch anzupassen.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Steuerung (19) mit einer Bedieneinheit (20) zum Verändern der vorgegebenen Abhängigkeit der Schwingungsgröße (16, 23) von der Eindringdauer (13) in Echtzeit gekoppelt ist.

Hierzu 2 Blatt Zeichnungen

