



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 010 855 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
21.06.2000 Patentblatt 2000/25

(51) Int Cl.7: **E21B 33/13, E21F 15/00**

(21) Anmeldenummer: **99124909.5**

(22) Anmeldetag: **14.12.1999**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **16.12.1998 DE 19858133**

(71) Anmelder: **R & B Industrieanlagenverwertung
GmbH
46238 Bottrop (DE)**

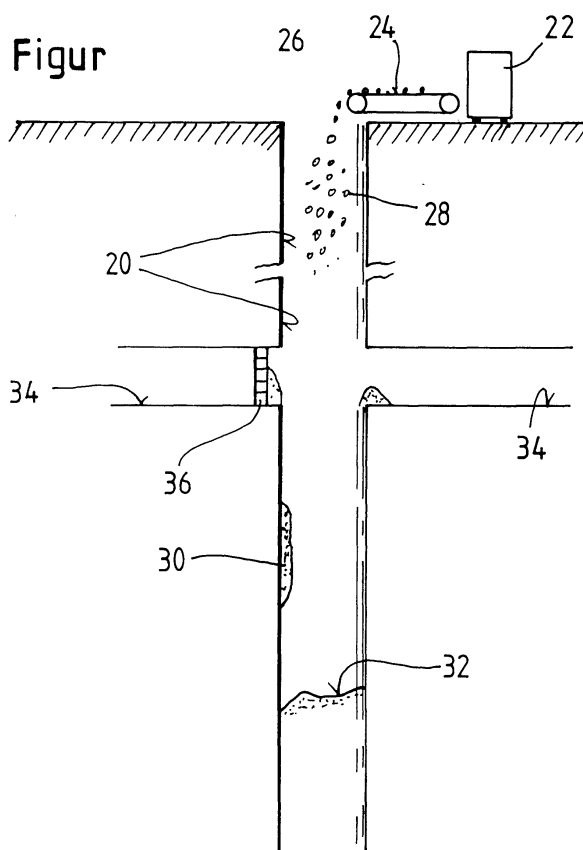
(72) Erfinder:
• **Heuwinkel, Hans-Werner
46242 Bottrop (DE)**
• **Leib, Harald, Dipl.-Ing.
47652 Weeze (DE)**
• **Becker, Jürgen
46242 Bottrop (DE)**

(74) Vertreter: **Bauer, Wulf, Dr.
Bayenthalgürtel 15
50968 Köln (Marienburg) (DE)**

(54) Verfahren zur Schachtverfüllung und Verwendung von Zuschlagstoffen hierfür

(57) Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Verfüllen von tiefen Schächten (20), insbesondere Bergwerksschächten, mit aushärtendem Material, das

ein Bindemittel, vorzugsweise Zement, einen Zuschlagstoff, einen Zusatzstoff und Wasser aufweist. Der Zuschlagstoff hat mindestens eine Korngröße von 4 mm und weist eine möglichst raue Oberfläche auf.



EP 1 010 855 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Verfüllen von tiefen Schächten, insbesondere Bergwerksschächten, mit aushärtendem Material, vorzugsweise hydraulisch aushärtendem Material, das ein Bindemittel, vorzugsweise Zement, einen Zuschlagstoff, einen Zusatzstoff und Wasser aufweist.

[0002] Abgeworfene Schächte, insbesondere Bergwerksschächte, wurden früher mit Lockermassen verfüllt. Hiervon ist man aber bereits seit einiger Zeit abgegangen, weil das eingefüllte Material nicht ausreichend schnell zur Ruhe kommt. Seit den 70er Jahren hat man als Verfüllgut betonähnliches Material mit unterschiedlichen Druckfestigkeiten und Güten ähnlich DIN 1040 eingesetzt. Dieses betonähnliche Material, im folgenden aushärtendes Material genannt, liegt dem Verfahren der eingangs genannten Art zugrunde.

[0003] Dieses aushärtende Material wird obertägig mittels geeigneter Anlagen hergestellt, meist werden semimobile Anlagen vor Ort eingesetzt. Grundsätzlich kommt aber auch Transportbeton in Frage.

[0004] Bekannt ist ein Verfahren, bei dem das einsatzfertig gemischte, aushärtende Material obertägig in eine Rohrleitung eingefüllt wird, die kurz unter- oder oberhalb des Spiegels des bereits in den Schacht eingefüllten Materials endet und die immer weiter nach oben gezogen wird, je höher der Spiegel steigt. Das Einfüllen erfolgt mit einer Rohrleitung, also einem Füllrohr, weil bei den großen, zu verfüllenden Tiefen im freien Fall ein Entmischen der Bestandteile des aushärtenden Materials eintritt. Unter einem "tiefen" Schacht wird ein Schacht verstanden, der mindestens 30 oder 40 Meter tief ist. Übliche Bergwerksschächte sind beispielsweise 1000 Meter tief. Wenn normaler Betonbrei hergestellt aus Zement, Sand als Zusatzstoff, Kieselsteinen als Zuschlagstoff und Wasser über eine Strecke von etwa 30 Meter oder mehr im freien Fall nach unten fällt, findet ein Entmischen statt. Die typischerweise als Zuschlagstoff verwendeten Kieselsteine lösen sich vom Betonbrei und fallen schneller als der Zementleim. Beim Auftreffen auf den Boden des Schachts bzw. auf den Spiegel des bereits teilweise gefüllten Schachts hat also das frei herabgefallene aushärtende Material nicht mehr die Mischung, die es am Anfang des freien Falls hatte.

[0005] Durch die Rohrleitung wird der freie Fall behindert, auch wenn am Anfang, beim ersten Füllen des Rohrs, die Bedingung eines freien Falls nicht zu vermeiden ist. Erst wenn das Rohr bis nahe seines oberen, obertägigen Endes mit dem aushärtenden Material gefüllt ist, ist ein Zustand gegeben, dass nun die Strömgeschwindigkeit geregelt werden kann, indem das Rohr mehr oder weniger angehoben wird.

[0006] Nicht nur das Einbringen und zur Verfügungstellen der Rohrleitung als solche, sondern auch die Handhabung während des Einfüllens des aushärtenden Materials ist aufwendig, teilweise auch schwierig zu bewerkstelligen.

[0007] Bei dem Verfahren nach dem Stand der Technik wird ein Zuschlagstoff verwendet, der eine Korngröße kleiner 2 mm hat. Auch der Zusatzstoff ist unter dieser Korngröße. Aufgrund der verwendeten kleinen Körner des Zuschlagstoffes findet ein Entmischen auch im freien Fall im Bergwerksschacht nicht statt. Das aushärtende Material wird in den Schacht eingefüllt, beispielsweise mit einem Förderband und fällt dann ohne eine Rohrleitung frei nach unten.

[0008] Hierbei hat es sich aber gezeigt, dass das aushärtende Material an den Schachtwänden anhaftet. Es ist bei einem freien Fall über eine große Strecke unwahrscheinlich, dass das fallende Material völlig frei nach unten fällt, ohne in Kontakt mit den Wänden des Schachts zu kommen. Darüber hinaus besteht die Gefahr, dass es an Vorsprüngen, die in vielen Schächten vorhanden sind, hängenbleibt. All dies führt dazu, dass bei Beginn einer Schachtverfüllung ein erheblicher Teil des eingebrachten Materials keineswegs bis zum Boden des Schachtes gelangt, vielmehr vor der Schachtsohle bereits an den Wänden des Schachts hängenbleibt. Bei Versuchen hat es sich gezeigt, dass nach Einbringen einer Menge des aushärtenden Materials, die eigentlich für eine Verfüllung von beispielsweise 30 Metern ausgereicht hätte, am Boden des Schachts keineswegs eine derartige Füllhöhe festgestellt wird, die Füllhöhe liegt allenfalls bei einigen Metern, das meiste Material ist an den Wänden des Schachtes hängengeblieben. Bei fortlaufender Verfüllung geht dann das Einfüllen relativ rasch, weil bereits die Wände mit dem aushärtenden Material umkleidet sind.

[0009] Dieses Verfahren hat weiterhin den Nachteil, dass sich Verstopfungen und darunter Hohlräume bilden können. Das aushärtende Material, das an den Schachtwänden hängenbleibt, schafft eine Ausgangslage dafür, dass nachfolgendes Material daran haftet, so dass der Schacht verschlossen wird, obwohl sich darunter noch ein Hohlraum befindet. Bei Verfüllungen ist aber ein Hohlraum unbedingt zu vermeiden. Ein Hohlraum kann sich mit Gas, beispielsweise Methan, füllen, weiterhin kann es später zu Bergschäden kommen.

[0010] Es liegt daher im Sinne der Erfindung, hier eine Abhilfe zu schaffen, die die Nachteile des bekannten Verfahrens der eingangs genannten Art vermeidet. Demgemäß liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, das Verfahren der eingangs genannten Art dahingehend zu verbessern, dass eine Pfropfenbildung beim Einfüllen des aushärtenden Materials in den Schacht vermieden wird.

[0011] Dabei soll auch auf eine beim Einfüllen einzusetzende Rohrleitung, die ständig oder schrittweise nach oben weggezogen werden muss, verzichtet werden.

[0012] Ausgehend von dem Verfahren der eingangs genannten Art wird diese Aufgabe dadurch gelöst, dass der Zuschlagstoff mindestens eine Korngröße von 4 mm hat und eine möglichst raue Oberfläche aufweist.

[0013] Der Erfindung liegt folgende Überlegung zugrunde:

Durch den relativ grobkörnigen Zuschlagstoff wird erreicht, dass Anbackungen beim Verfüllen nicht zu dick werden können, vielmehr jeweils wieder durch nachfallendes und -dringendes Material sogar abgetragen werden. Die relativ großen Körner, die einen Korndurchmesser vorzugsweise weit oberhalb von 4 mm, beispielsweise 16 mm oder 22 mm aufweisen können, kommen mit den Schachtwänden und den dort bereits befindlichen Ablagerungen des aushärtenden Materials in Kontakt und schleifen beim Herunterfallen immer wieder das Material ab, reißen es also nach unten mit. Durch die groben Körner wird somit vermieden, dass sich merkliche Ablagerungen an den Wänden bilden können, die Gefahr einer Pfropfenbildung wird auf diese Weise gebannt.

[0014] Wichtig ist dabei die relativ raue Oberfläche der Zuschlagstoffe. Die Zuschlagstoffe wirken auf diese Weise wie Schmiergelteilchen, sie reiben mit ihrer rauen Oberfläche an den Schachtwänden entlang und reißen das dort bereits angebackene, noch nicht ausgehärtete Material ab und mit sich in die Tiefe. Auf diese Weise sind Schachtverfüllungen ohne ständige Überwachungen möglich.

[0015] Voraussetzung dafür, dass das nachfallende und -dringende Material bereits abgelagerte Anbackungen abgetragen kann, ist, dass diese noch nicht ausgehärtet sind. Es muss daher so rasch verfüllt werden, dass nicht schon ein Aushärten einsetzen konnte. Die Erfindung ermöglicht ein sehr zügiges Einfüllen.

[0016] In einer besonders bevorzugten Weiterbildung hat der Zuschlagstoff ein spezifisches Gewicht, das nahe, vorzugsweise gleich ist dem spezifischen Gewicht des einsatzfertigen Materials, ohne den Zuschlagstoff. Unter einem naheliegenden spezifischen Gewicht wird dabei ein spezifisches Gewicht verstanden, das sich um maximal eins vom spezifischen Gewicht des einsatzfertigen Materials ohne den Zuschlagstoff unterscheidet, vorzugsweise ist der Unterschied kleiner als 0,5. Das spezifische Gewicht des Materials ohne Zuschlagstoff liegt typischerweise zwischen 1 und 2 Gramm pro Kubikzentimeter.

[0017] Im luftleeren Raum fallen alle Körper gleich schnell, es gilt das Fallgesetz $v=g \cdot t$. Mit zunehmender Fallzeit t wächst die Geschwindigkeit v linear an, der Proportionalitätsfaktor ist die Erdbeschleunigung g .

[0018] Beim Fall in Luft bremst die Luft mehr oder weniger, was beispielsweise dazu führt, dass Regentropfen trotz ihrer oft sehr großen Fallstrecke eine deutlich geringere Geschwindigkeit beim Auftreffen auf die Erde haben, als dies nach dem Fallgesetz sich ergeben würde.

[0019] Bei dem erfindungsgemäßen aushärtendem Material wird nun vermieden, dass sich Zuschlagstoff und Betonbrei voneinander trennen können. Betonbrei ist dabei die Mischung aus dem Bindemittel Zement, dem Zuschlagstoff und Wasser. Eine Trennung wird da-

durch vermieden, dass der Zuschlagstoff etwa im selben Bereich der spezifischen Dichte (des spezifischen Gewichts) liegt wie der Betonbrei, mit der Folge, dass der Zuschlagstoff etwa gleich schnell im Schacht nach unten fällt wie der Betonbrei, also keine Differenzgeschwindigkeit zwischen beiden auftritt, so dass einem Entmischen entgegengewirkt wird.

[0020] Da der Zuschlagstoff zudem eine möglichst raue Oberfläche hat, kann sich der Betonbrei schlecht vom Zuschlag lösen, dadurch wird ebenfalls einer Entmischung entgegengewirkt.

[0021] Beide Maßnahmen wirken zusammen. Je rauer also die Oberfläche des Zuschlags ist, umso unterschiedlicher können die spezifischen Gewichte sein. Je glatter dagegen die Oberfläche des Zuschlags ist, umso näher muss das spezifische Gewicht des Zuschlags demjenigen des Betonbreis sein.

[0022] Das spezifische Gewicht des Zuschlagstoffs kann durch geeignete Maßnahmen beeinflusst werden, beispielsweise durch Blähverfahren oder andere Maßnahmen, um innere Hohlräume zu schaffen. Wenn vom spezifischen Gewicht des Zuschlagstoffs die Rede ist, so wird hierunter nicht ein Mittelwert über eine große Menge an Zuschlagstoff verstanden, sondern es muss für jedes einzelne Körnchen im wesentlichen die Bedingung erfüllt sein, dass sein konkretes spezifisches Gewicht möglichst nahe dem spezifischen Gewicht des Betonbreis ist. Auf diese Weise ist für jedes einzelne Korn die Bedingung erfüllt, dass es in Luft im wesentlichen gleich schnell nach unten fällt wie der Betonbrei, der zumindest teilweise das Korn umgibt, vorzugsweise es ganz umhüllt.

[0023] Schließlich kann man einem Entmischen im freien Fall noch dadurch entgegen wirken, dass man einen möglichst feinkörnigen Zuschlagstoff verwendet. Je feinkörniger er ist, desto besser ist die Kohäsion des Betonbreis. Ein feinkörniger Zuschlagstoff hat allerdings den Nachteil, dass er üblicherweise teuer ist. Für einen feinkörnigen Zuschlag muss mehr Zementleim zur Verfügung gestellt werden als bei grobkörnigerem Zuschlagstoff. Man ist daher bestrebt, möglichst nicht zu feinkörnigen Zuschlagstoff einzusetzen, hierdurch wird der Preis für das aushärtende Material, das obertägig zubereitet wird, erniedrigt.

[0024] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren können Zuschlagstoffe bis 16 mm Korndurchmesser günstig verarbeitet werden. Es sind auch noch höhere Korndurchmesser bis 22 mm und darüber möglich, dies insbesondere dann, wenn das spezifische Gewicht möglichst nahe an demjenigen des Betonbreis liegt.

[0025] Als Zuschlagstoff kommen insbesondere kohäsive Materialien in Frage. Der Zuschlagstoff kann aus natürlichen und/oder industriellen Stoffen (bis zum Grenzwert der LAGA Z2) hergestellt werden. Diese Korngrößen zeigen typischerweise eine Verteilungskurve von 0 bis 16 mm. Man kann dabei die Kornkurven steuern, also beispielsweise besonders viel grobkörniges Material oder besonders viel feinkörniges Material

einsetzen.

[0026] Als besonders bevorzugt hat sich die Verwendung folgender Zuschlagstoffe erwiesen:

Brechsand, Oesesand (Kalkstein aus dem Bereich des Flusses Oese), Rheinsand, Remex-Sand, Granulat, Giessereireststoffe, Rostasche, Hüttensand, Reststoffe aus der Kohlenaufbereitung, Giessereialsand, Reststoffe aus Eisen- und Hüttenindustrie, Reststoffe aus Stahlindustrie und Reststoffe aus Chemie-Betrieben.

[0027] Weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den übrigen Ansprüchen sowie der nun folgenden Beschreibung eines nicht einschränkend zu verstehenden Ausführungsbeispiels, das unter Bezugnahme auf die Zeichnung im folgenden näher erläutert wird. Anhand dieses Ausführungsbeispiels wird das erfindungsgemäße Verfahren dargestellt. In der Zeichnung, die nur eine einzige Figur hat, ist ein Querschnitt durch einen tiefen Schacht dargestellt, der verfüllt wird.

[0028] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren kann auch ein tiefer Schacht 20 recht schnell verfüllt werden. Da eine Pfropfenbildung nicht zu befürchten ist und das Einbringen unter langsamem Hochziehen einer dem Füllen dienenden Rohrleitung nicht mehr erforderlich ist, kann der Schacht 20 praktisch so schnell verfüllt werden, wie das aushärtende Material obertägig in einer Mischanlage 22 hergestellt und von dort in die Schachtoffnung 24 eingegeben werden kann. Es gelingt auf diese Weise, auch sehr tiefe Schächte relativ rasch, z. B. in einem Tag zu füllen. Dies war bisher nach dem Stand der Technik nicht möglich.

[0029] Die semimobile Mischanlage 22 befindet sich obertägig neben der Schachtoffnung 24. Mittels eines Förderbandes 26 wird das einsatzfertig gemischte, hydraulisch aushärtende Material in die Schachtoffnung 24 eingebracht und fällt in zusammenhaltenden Materialklumpen 28 nach unten. Dabei kann es zu Anbackungen 30 an der Schachtwand kommen. Diese werden aber immer wieder durch das nachstürzende Material abgetragen. Das Einbringen des aushärtenden Materials geht so rasch, dass die Anbackungen 30 nicht aushärten können.

[0030] Der Schacht 20 ist bereits zu einem geringen Teil gefüllt, der Spiegel des eingefüllten Materials ist mit 32 gekennzeichnet.

[0031] Der Schacht 20 ist in der Figur nur schematisch dargestellt. Es ist eine querlaufende Sohle 34 eingezeichnet, die links durch eine Mauer 36 zugemauert ist, rechts ist die Sohle offen. Im linken Bereich wird der Raum rechts der Mauer 36 durch das aushärtende Material praktisch vollständig aufgefüllt. Ein Ansatz durch abgelagertes Material hat sich bereits gebildet. Im rechten Bereich der Sohle 34 wird sich ein im gezeigten Querschnitt der Figur etwa dreiecksförmiger Betonkörper ergeben, rechts von ihm bleibt die Sohle 34 frei.

[0032] Nachfolgend wird ein Beispiel für ein Mischungsverhältnis des erfindungsgemäßen aushärtenden Materials gegeben:

170 kg Brechsandmix

120 kg Bruchofenzement CEM III/B 32,5-NW/HS/NA (besonders schwindssicher, laugenfest, es wird wenig Hydratationswärme erzeugt)

230 Liter Wasser (bezogen auf 0 % Eigenfeuchte der obigen Materialien).

[0033] Eine Zugabe von 10 % mehr Wasser hat sich als günstig erwiesen, weil dadurch die Verarbeitbarkeit des Materials besser ist.

[0034] Die 1.270 kg Brechsandmix bestehen zu 50 Gewichtsprozent aus Rostasche mit der Körnung 0 bis 16 mm und zu 50 Gewichtsprozent aus Brechsand mit der Körnung 0 bis 2 mm. Unter Brechsand wird der feinkörnige Rückstand aus der Baustoffaufbereitung, insbesondere Aufbereitung von Bauschutt ohne Humösebestandteile (keine Erde) verstanden.

[0035] Vorzugsweise sind mindestens 20 Volumenprozent des Brechsandmixes Körner mit einer Korngröße oberhalb von 10 mm, insbesondere sind es 30, vorzugsweise 40 und insbesondere 50 %, die einen größeren Korndurchmesser als 10 mm aufweisen.

[0036] Das aushärtende Material erhärtet hydraulisch mit einer Druckfestigkeit größer = 2MN/m² (vereinfacht als B2 bezeichnet).

Patentansprüche

1. Verfahren zum Verfüllen von tiefen Schächten (20), insbesondere Bergwerksschächten, mit aushärtendem Material, das ein Bindemittel, vorzugsweise Zement, einen Zuschlagstoff, einen Zusatzstoff und Wasser aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass der Zuschlagstoff mindestens eine Korngröße von 4 mm hat und eine möglichst raue Oberfläche aufweist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Zuschlagstoff ein spezifisches Gewicht hat, das nahe, vorzugsweise gleich ist dem spezifischen Gewicht des einsatzfertigen Materials, ohne den Zuschlagstoff.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Zuschlagstoff eine Verteilungskurve von 0 bis 16 mm aufweist, vorzugsweise eine Verteilungskurve von 0 bis 22 mm hat.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das aushärtende Material beim Einfüllen einen Wasseranteil von 20 bis 30% hat.
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Zuschlagstoff eine Vielzahl von inneren Poren bzw. Luftkammern hat.
6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

net, dass der Zuschlagstoff kohäsiv ist.

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Stoff verwendet wird, der von Hause aus oder nach Aufbereitung einen Feinanteil aufweist, der den Zusatzstoff bildet und zugleich einen Grobanteil hat, der den Zuschlagstoff bildet, insbesondere Rostasche, Brechsand. 5
8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Schächte (20) so zügig verfüllt werden, dass bereits gebildete Ablagerungen nicht merklich aushärten können, bevor sie vom Spiegel (32) des eingefüllten aushärtenden Materials erreicht werden. 10
15
9. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Zement ein Zement mit geringer Schwindung, Laugenfestigkeit und geringer Hydrationswärme, insbesondere ein Hochofenzement, eingesetzt wird. 20
10. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens 20 Volumenprozent, vorzugsweise 30, insbesondere 40 und vorzugsweise mindestens 50 Volumenprozent des Zuschlagstoffes einen Korndurchmesser größer 10 mm aufweisen. 25

30

35

40

45

50

55

