



(21) WP C 04 B / 295 598 1

(22) 27.10.86

(44) 06.04.88

(71) VEB Zementanlagenbau Dessau, Brauereistraße 13, Dessau, 4500, DD

(72) Dahm, Bernd, Dr. rer. nat.; Frölich, Jürgen; Walter, Ulrich, Dr.-Ing.; Winter, Bernd, Dr.-Ing., DD

(54) Verfahren und Vorrichtung zur Kühlung von körnigem Material

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und Vorrichtungen zur Kühlung von körnigem Material mit breitem Kornspektrum, beispielsweise Zementklinker. Ziel und Aufgabe der Erfindung ist es, eine effektive Kühlung von beispielsweise Zementklinker in einer Wirbelschicht bei minimalem Luftbedarf und hohem Wärmerückgewinn für Materialströme mit breitem Kornspektrum zu erreichen. Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, daß der im Drehrohrofen gebrannte Zementklinker einer Wirbelschichtkühlung zugeführt wird. Die von unten einem Rost, Lochboden oder dergl. zugeführte Kühlluft wird dabei so eingestellt, daß die Klinkerkörner mit geringer Korngröße fluidisiert und in einer Wirbelschicht gekühlt werden. Die größeren Klinkerkörner werden auf dem Rost gekühlt. Dabei werden die Teilchen beider Korngrößenbereiche im direkten Wärmetausch in unterschiedlicher Höhe annähernd parallel zueinander in gleicher Richtung mit unterschiedlichen Verweilzeiten und getrenntem Austrag bewegt. Fig. 1

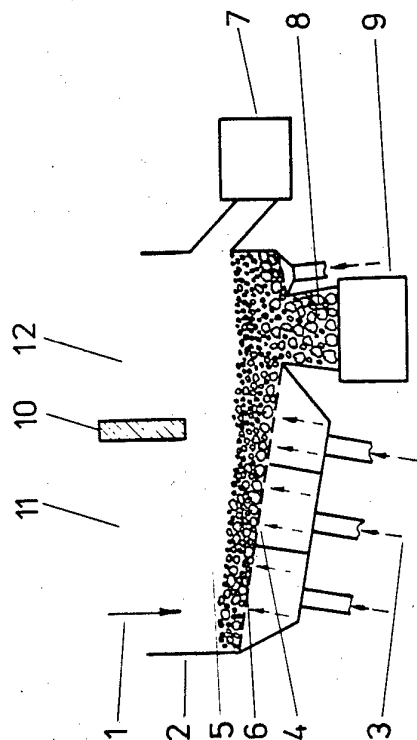


Fig.1

## Patentanspruch:

1. Verfahren zum Kühlen von körnigem Material mit breitem Korngrößenspektrum in einem Wirbelschichtkühler, beispielsweise in Drehrohröfen gebrannten Zementklinker, indem die Klinkerkörner mit geringerer Korngröße, fluidisiert und in einer Wirbelschicht gekühlt werden, während die größeren Klinkerkörner direkt auf einem Lochboden gekühlt werden, **gekennzeichnet dadurch**, daß zur Korngrößenseparation die Wirbelschicht zwei Korngrößengebiete geschaffen werden und daß die Teilchen beider Korngrößengebiete im direkten Wärmetausch in unterschiedlicher Höhe annähernd parallel zueinander in gleiche Richtung mit unterschiedlichen Verweilzeiten und getrenntem Austrag bewegt werden.
2. Vorrichtung zum Kühlen von körnigem Material nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Lochboden vom Eintrag zum Austrag hin geneigt unter einem Winkel von  $5^{\circ}$ – $25^{\circ}$ , vorzugsweise  $10^{\circ}$ , zur Horizontalen angeordnet ist und die Luftaustrittsöffnungen einen Winkel von  $10^{\circ}$ – $90^{\circ}$ , vorzugsweise  $30^{\circ}$ , zur Lochbodenebene aufweisen, wobei für das grobkörnige und für das feinkörnige Gut separate Materialaustragsöffnungen in unterschiedlicher Höhe angebracht sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, **gekennzeichnet dadurch**, daß das Länge/Breite-Verhältnis des Wirbelschichtkühlers 8:1 bis 1:1, vorzugsweise 5:1, beträgt.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

## Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und die dazugehörige Vorrichtung zur Kühlung von körnigem Material mit breitem Kornspektrum, vorzugsweise Zementklinker.

## Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Es ist bekannt, den in Drehrohröfen gebrannten Zementklinker in Planeten-, Rohr-, Rost-, Schacht- oder Wirbelschichtkühlern auf Transporttemperatur zu kühlen und gleichzeitig einen Großteil der Klinkerenthalpie zur Sekundärluftvorwärmung zu nutzen. Obwohl die Wirbelschichtkühler gegenüber den anderen Prinzipien eine Reihe verfahrenstechnischer Vorteile aufweisen, sind gerade sie bislang noch nicht in der Bindebaustoffindustrie großtechnisch eingesetzt worden. Ihrer Anwendung stehen die betriebs- und förderstechnischen Schwierigkeiten entgegen, die sich aus der Beaufschlagung einer Wirbelschicht mit körnigem Gut mit einem Korngrößenspektrum ergeben, das nicht fluidisierbares Grobkorn enthält.

In der Patenliteratur wurden Wirbelschichten zur Klinkerkühlung schon frühzeitig angeführt, z. B. in PS-CH 360 937, K. Fritsche, 1958. In der PS-GB 1 046 617 wird 1963 vorgeschlagen, den in einem Fließbettreaktor erbrannten feinkörnigen Klinker bei max. 6 mm Pelletgröße in einem Fließbettkühler zu kühlen.

Bekannt sind auch Wirbelschichten, die Teilfunktionen der Kühlung übernehmen, so der nach DE-OS 2 307 165 unter einem Klassier-Vibrationsrost angeordnete Wirbelboden, ebenfalls für kleines Korn.

Den verschiedentlich beschriebenen Mehrkammer-Wirbelschichten, beispielsweise in DE-OS 2 152 401 oder den Wirbelrinnen nach DE-OS 1 608 007, bei denen die Kammerabgrenzung durch vertikale Abstufung nach jeweils einem Wehr erreicht wird, sowie den mehrstufigen Fließbettkühlern, z. B. die 3stufig übereinander angeordneten Wirbelschichten in DE-OS 1 939 407 für keramisches Granulat ist gemeinsam, daß sie nur mit einem engen Kornband und mit einer möglichst kleinen Korngröße betrieben werden können.

Die Wirbelpunktgeschwindigkeit in einer Wirbelschicht wird auf die mittlere Korngröße eingestellt, so daß gröberes Korn am Wirbelprozeß nicht teilnehmen kann und innerhalb der Schicht zu Boden sinkt. Derart grobstückiges Material kann dann auch nicht über ein Wehr gehoben werden. Andererseits kann die Wirbelgeschwindigkeit nicht dem größten auftretenden Grobkorn angepaßt werden, da dann schon kleinere Teilchen mit dem Staub aus der Wirbelschicht ausgetragen werden und der Prozeß wegen den hohen erforderlichen Gasgeschwindigkeiten unökonomisch wäre. Bei mehrstufigen Wirbelschichten begrenzen die Überlauf- oder Auslauföffnungen die maximale Korngröße. Diese Sachverhalte schränken den Anwendungsbereich der Wirbelschicht-Kühlapparate sehr ein.

Weiterhin wird in der DE-OS 2 343 339 ein Verfahren und eine Vorrichtung beschrieben, bei der die im Klinker enthaltenen Körner mit geringer Korngröße fluidisiert, von den größeren Klinkerkörnern abgetrennt und in gesonderten Kühlern im indirekten Wärmetausch gekühlt werden. Bei diesem Verfahren sind jedoch umfangreiche Ausrüstungen für die Materialführung und zum Einleiten des Kühlmediums notwendig, durch die gleichzeitig die gesamte Prozeßführung schwierig wird.

## Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, ein Verfahren und die dazugehörige Vorrichtung zur effektiveren Kühlung von PZ-Klinker in einer Wirbelschicht bei minimalem Luftbedarf und hohem Wärmerückgewinn zu entwickeln.

## Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und die dazugehörige Vorrichtung zur Kühlung von PZ-Klinker mit dem technisch auftretenden breiten Kornspektrum unter Nutzung einer Wirbelschicht mit direktem Wärmetausch zu entwickeln. Erfindungsgemäß wird das dadurch erreicht, daß in einer Wirbelschicht das strömungs- und transporttechnische Verhalten großer, nicht wirbelnder Granalien ausgenutzt wird zur Korngrößenseparation zwischen den kleineren wirbelfähigen Teilchen und den nicht wirbelnden größeren Teilchen.

Der Wirbelschichtkühler besitzt einen zur Auslaufrichtung hin geneigten Lochboden, durch den die Wirbelluft in ihrer Gesamtheit oder aufgeteilt auf zwei oder mehrere, bzgl. des Volumenstromes einzeln regulierbare, Sektionen strömt.

Da die Wirbelluftgeschwindigkeit so gewählt wird, daß eine vorgegebene maximale Korngröße  $d_{\max}$  noch wirbelt (Wirbelpunkt), können die schwereren bzw. größeren Granalien nicht mehr aufgewirbelt werden. Sie sinken durch die Wirbelschicht hindurch und setzen sich auf dem Lochboden ab. Damit findet eine Separation zwischen den wirbelfähigen kleineren Granalien und den nicht wirbelnden größeren Granalien statt, derart, daß die Wirbelschicht über den auf dem Lochboden liegenden größeren Teilchen „schwimmt“.

Das Durchsinken der größeren Teilchen durch die Wirbelschicht wird nach einer gewissen Zeit abgeschlossen sein, so daß sich im oberen Teil des Wirbelschichtkühlers kein grobstückiges Material mehr befindet. Umgekehrt werden nicht alle kleinen Teilchen nach oben transportiert. Sie füllen auch die Lücken zwischen dem grobstückigen Gut aus und verbessern dessen Transporteigenschaften durch ihre „Schmiermittel“-Funktion.

Das Klinker-Wirbelbett wird durch ein am Ende der Wirbelschicht befindliches Wehr aufgestaut. Der feinkörnige, wirbelfähige Klinker wird über das Wehr oder durch eine unterhalb der Wehroberkante befindliche Auslauföffnung ausgetragen. Im ersten Fall sollte das Wehr zur Regulation des Wirbelbettinhaltes und damit zur Variation der Verweilzeit höhenverstellbar sein, im zweiten Fall kann dies über die Austragsgeschwindigkeit eines konventionellen Austragsorgans bewerkstelligt werden. Die grobkörnigen, nicht wirbelfähigen Granalien werden dagegen stets an dem tiefsten, sich vor dem Stauwehr befindlichen Punkt des Wirbelschichtkühlers mit einem Austragsorgan bekannter Bauart abgezogen. Dessen Austragsgeschwindigkeit bestimmt wiederum die Schichthöhe des grobkörnigen Materials und damit dessen Verweilzeit bzw. Abkühlzeit.

Der Transport des grobstückigen Materials vom Eintrag in die Wirbelschicht bis hin zur Auslauföffnung vor dem Austragsorgan geschieht zum einen durch die Hangabtriebskräfte auf der geneigten Rinne, zum anderen durch die Schubwirkung des darüberfließenden wirbelnden feinkörnigen Klinkerstromes. Nur ein kleiner Teil des grobstückigen Gutes muß über die volle Länge der Wirbelschicht transportiert werden, da nicht alle grobkörnigen Granalien sofort am Eintrag zu Boden sinken, ein Großteil schwimmt im wirbelnden Klinkerstrom erst noch eine Weile mit. Zudem läßt sich die Schubwirkung am geneigten Lochboden noch durch eine Schrägstellung der Luftaustrittsöffnungen im Lochboden unterstützen.

Durch Anordnung einer in das Wirbelbett eintauchenden Trennwand läßt sich eine Heißkammer und eine Kaltkammer mit getrennter Nutzung der Abluftströme einrichten.

## Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird nachfolgend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert. Die dazugehörigen Zeichnungen zeigen

Fig. 1: das Verfahrensprinzip u.

Fig. 2: eine Austragsvariante für den feinkörnigen Klinker.

Der zu kühlende Klinkerstrom 1 wird dem Wirbelschichtkühler 2 an der Eintragsseite zugeführt. Die Kühlluft 3 wird durch den Lochboden 4 dem Wirbelschichtkühler zugeleitet. Die wirbelnde Klinkerschicht bewirkt, daß sich im Wirbelschichtkühler der obere Wirbelschichtbereich 5 ausbildet, der am Austragsende letztendlich nur noch aus feinkörnigem wirbelfähigem Klinker besteht, während darunterliegend sich ein Grobkornbereich 6 bildet, bestehend aus nicht wirbelfähigem grobstückigen Material, durchsetzt mit feinkörnigem Material in dessen Zwischenräumen. Über das Austragsorgan 7 wird der feinkörnige Klinker des Wirbelschichtbereiches 5 abgezogen. Nach Absinken des grobkörnigen Materials auf den Lochboden und Füllen der Zwischenräume mit feinkörnigen Klinker erfolgt der Transport dieses Gemisches durch die Hangabtriebskräfte in Verbindung mit der in Transportrichtung wirkenden Kühlluftkomponente. Der grobkörnige Klinker gelangt nach Passieren des nach unten konisch erweiterten Schachtes 8 über die Austragsvorrichtung 9 in die hier nicht dargestellte Fördereinrichtung. Die Abzugsgeschwindigkeit richtet sich nach der erforderlichen Kühlzeit der großen Körner. Durch die Trennwand 10 wird der Wirbelschicht-Kühler 2 in seinem oberen Teil in eine Heißkammer 11 und eine Kaltkammer 12 aufgeteilt. Über hier nicht dargestellte Sektionen unterhalb des Lochbodens 3 können einzelne Bereiche des Wirbelschichtkühlers 2, beispielsweise auch die Kalt- oder Heißkammer unterschiedlich stark mit Kühlluft beaufschlagt werden.

Nach Fig. 2 kann die Austragsvorrichtung 7 gemäß Fig. 1 auch entfallen und statt dessen der Klinkeraustrag aus dem Wirbelschichtbereich 5 über ein im allgemeinen höhenverstellbares Wehr 13 erfolgen. Die Kühlluft 3 kann über eine besondere Luftaustrittsanordnung 14 der Transportrichtung des grobstückigen Materials angepaßt werden und dessen Transport unterstützen.

Der Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens und der dazugehörigen Vorrichtung besteht darin, daß durch Nutzung des Wirbelschichtprinzips eine Klassierung zwischen feinkörnigem und grobkörnigem Klinker vorgenommen wird und daß für den grobkörnigen Klinker eine ihm angepaßte größere Verweilzeit, d. h. größere Abkühlzeit, realisiert wird als für den sich schneller abkühlenden feinkörnigen Klinker. Im vorgegebenen Rahmen der geometrischen Auslegung des Wirbelschichtkühlers sind die Abkühlzeiten sowohl für den feinkörnigen als auch für den grobkörnigen Anteil separat steuerbar.

Vorteilhaft ist weiterhin, daß der Wirbelschichtkühler im Gegensatz zum Rostkühler bekannter Bauart keine mechanisch bewegten Teile zum Klinkertransport benötigt, damit weitgehend verschleißfrei arbeitet und deshalb ökonomisch günstig betrieben werden kann. Der Lochboden selbst unterliegt nur geringem Verschleiß, da er ständig von kalter Kühlluft durchströmt wird und auf ihm schon überwiegend vorgekühlter Klinker liegt. Bezüglich der projekttechnischen Einsatzmöglichkeiten ist von Vorteil, daß der Wirbelschichtkühler in seiner Längsrichtung nicht nur linear ausgebildet, sondern ohne Schwierigkeiten auch abgewinkelt oder gekrümmt, in Anpassung an bauliche Gegebenheiten, gestaltet werden kann.

---

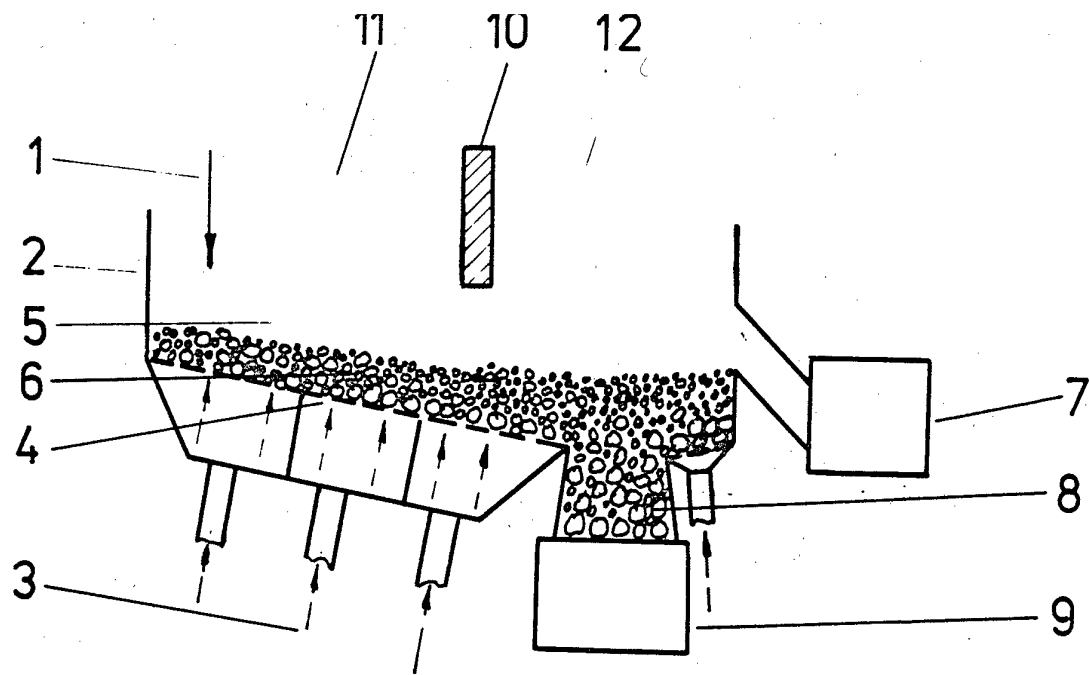


Fig.1

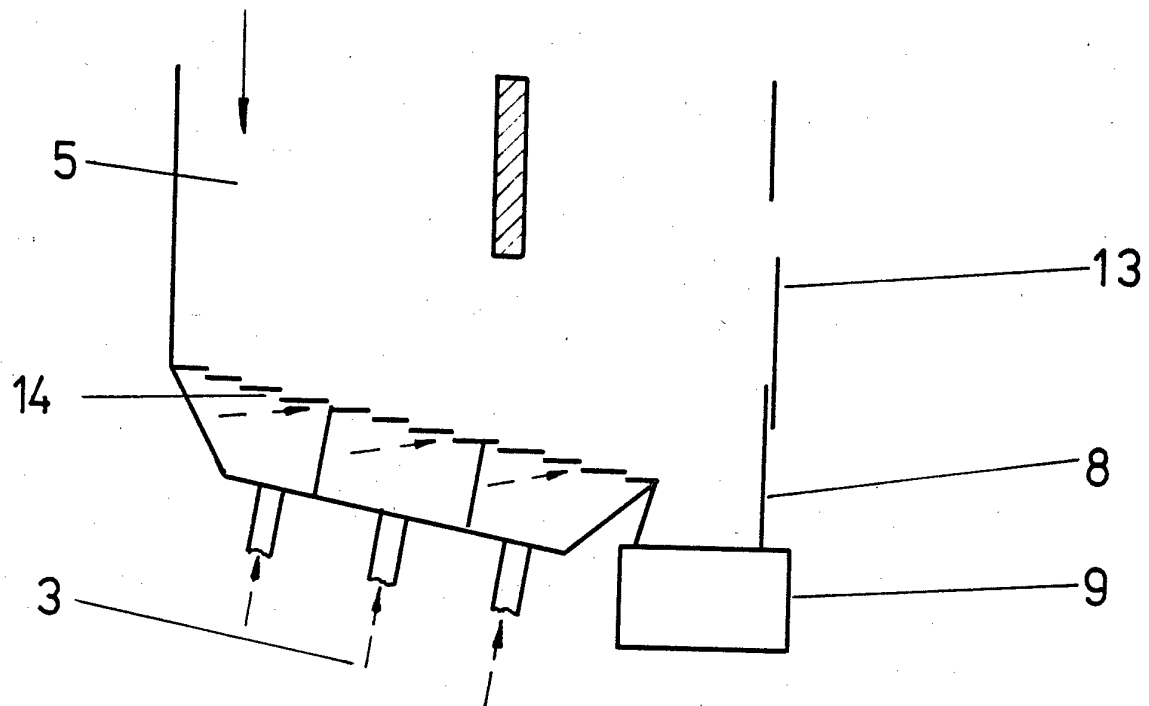


Fig.2