

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

- Veröffentlichungstag der Patentschrift: **23.01.91** Int. Cl.⁵: **B 01 F 3/12, B 01 F 13/10**
Anmeldenummer: **86113474.0**
Anmeldetag: **01.10.86**

Verfahren zum Suspensieren von Festschmierstoffen.

- | | |
|---|--|
| <p>Priorität: 02.10.85 CH 4249/85</p> <p>Veröffentlichungstag der Anmeldung:
22.04.87 Patentblatt 87/17</p> <p>Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung:
23.01.91 Patentblatt 91/04</p> <p>Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE ES FR GB IT LI LU NL SE</p> <p>Entgegenhaltungen:
CH-A- 596 294
DE-A-1 472 745
DE-A-1 929 064
DE-A-2 403 053
DE-A-2 828 725
DE-A-2 932 459
FR-A- 870 578
GB-A- 818 489
GB-A-1 500 901
LU-A- 56 790</p> | <p>Patentinhaber: LONZA AG
Gampel/Wallis (CH)</p> <p>Erfinder: Staub, Hans-Rudolf
Trottengasse 135
Eggenwil (Kanton Aargau) (CH)
Erfinder: Furrer, Hansjörg
Lupsingerstrasse 15
Ziefen (Kanton Baselland) (CH)</p> <p>Vertreter: von Fünér, Alexander, Dr. et al
Patentanwälte v. Fünér, Ebbinghaus, Finck
Mariahilfplatz 2 & 3
D-8000 München 90 (DE)</p> |
|---|--|

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Suspendieren von Festschmierstoffen, die bei der spanlosen Warmumformung von Metallen Anwendung finden, enthaltend Graphit und Polymere in Wasser als Trägerflüssigkeit.

Aus den CH-A-596 294 und 609 728 sind Festschmierstoffe für die spanlose Metallumformung bei hohen Temperaturen bekannt, enthaltend Graphit, Polymerisate, Suspensionshilfsmittel und gegebenenfalls weitere Hilfsmittel, wie Bakterizide, die mit Wasser eine Suspension bilden. Der Zusatz der Bakterizide ist notwendig um eine bakterielle Zersetzung der Festschmierstoffsuspension bei der Lagerung zu vermeiden; die Suspensionshilfsmittel erfüllen den Zweck, die flüssigen und festen Bestandteile auch über längere Zeiträume in homogener Mischung zu halten. Die Festschmierstoffsuspension braucht sich während der Verarbeitung auf, d.h. das Wasser verdampft auf dem Werkzeug der Werkstücke, der Polymeranteil brennt ab. Bei der Verarbeitung der Festschmierstoffe unterliegen die bakteriziden Zusätze ebenfalls einer Verdampfung, was in Anbetracht deren möglicher Giftigkeit unerwünscht ist und zusammen mit den Suspensionshilfsmitteln bilden sie einen nicht unerheblichen nichtschmierenden Teil der Festschmierstoffformulation.

Aufgabe vorliegender Erfindung war es, ein Verfahren vorzuschlagen, das es ermöglicht, eine homogene und stabile Festschmierstoffsuspension, enthaltend eine Trägerflüssigkeit, in der Regel Wasser, Graphit und Polymere, unmittelbar am Ort des Verbrauchs herzustellen, ohne Zusatz von Bakteriziden und mit einem möglichst geringen Gehalt an Suspensionshilfsmitteln.

Erfindungsgemäss wird das dadurch erreicht, dass die Bestandteile des Festschmierstoffes und Wasser in einer Kolloidmühle mit einer Spaltweite von 0,01 bis 3 mm und einer Umfangsgeschwindigkeit von 10 bis 40 m/s vorsuspendiert werden und unmittelbar danach in einem Intensivmischer während 60 bis 3000 s einem Mischprozeß unterworfen und dabei zu einer stabilen Suspension verarbeitet werden.

Zur Ausführung des Verfahrens können die trockenen, vorgemischten Bestandteile des Festschmierstoffes und das Wasser in der Kolloidmühle zusammengeführt werden.

Als trockene, vorgemischte Bestandteile wird die Mischung von Graphit, dem Polymer und allfälligen Zusätzen, wie Suspensionshilfsmitteln, Filmstabilisatoren, gegebenenfalls auch Netzmitteln und anorganischen Additive, bezeichnet.

Dem Wasser können allenfalls auch Zusätze, wie z.B. Netzmittel, Lösungsmittel, Filmbildner, pH-Stabilisator, lösliche anorganische Salze (z.B. Phosphate) usw. schon vorgängig beigefügt werden.

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung kann das Wasser, gegebenenfalls mit den genannten Zusätzen, wie Suspensionshilfsmitteln, Netzmitteln oder Lösungsmitteln usw.,

zusammen mit dem Polymer, z.B. als Kunststoff-Dispersion, vorgemischt werden und diese Mischung in der Kolloidmühle mit dem Graphit, der gegebenenfalls mit z.B. Suspensionshilfsmitteln, Filmstabilisatoren usw. homogen vermischt ist, zugeführt werden.

Als Kolloidmühle können an sich handelsübliche Geräte angewendet werden, wobei sich für den speziellen Zweck und im Hinblick auf die Eigenschaften der zu verarbeitenden Produkte Anpassungen notwendig sein können. Zu solchen Anpassungen gehören die Dimensionierung des Antriebes, Pulverförderer, Flüssigkeits- und Pulvereinlässe und -ventile, Abstreifer und Schaltvorrichtungen.

Die Spaltweite zwischen dem Rotor und Gehäuse kann 0,01 bis 3 mm betragen; die Umfangsgeschwindigkeit, errechnet aus Rotorumfang und Drehzahl kann 10 bis 40 m/sec. betragen.

Nach dem erfindungsgemässen Verfahren können Suspensionen mit einem Feststoffgehalt von 1 bis 70 Gew.% hergestellt werden. Die Möglichkeit, derart hohe Feststoffgehalte in der Suspension zu erzielen, war um so überraschender, als die einzelnen Bestandteile des Festschmierstoffes sehr niedrige Schüttgewichte aufweisen. Diese liegen für Graphit bei 0,2 bis 0,5 kg/l, für die Polymere und Zusätze bei 0,2 bis 0,7 kg/l und beispielsweise für eine typische trockene Mischung bei 0,2 bis 0,5 kg/l. Somit ist schon für eine 25 Gew.%ige Suspension das Volumen des Festschmierstoffes grösser als das Volumen des zur Herstellung der Suspension benötigten Wassers.

Mit dem erfindungsgemässen Einsatz der Kolloidmühle gelingt es, eine Klumpenbildung der Feststoffe sicher zu vermeiden. Die Verweildauer der Komponenten im Mischbereich der Kolloidmühle liegt zweckmässig im Bereich von 0,01 bis 5 sec.

Die Stabilität derart hergestellter Suspensionen ist jedoch beschränkt und die Feststoffe sedimentieren rasch. Eine unmittelbare Weiterbehandlung der Suspension in einem Intensivmischer, wobei eine durchschnittliche Verweilzeit von 60 bis 3000 sec., vorzugsweise 150 bis 300 sec., eingehalten werden soll, führt zu stabilen Suspensionen. Geeignete Intensivmischer sind zweckmässig Mischer mit wenigstens einer gleichläufigen Rührflügelwelle oder gegenläufigen Rührflügelwellen, Rührwerkskugelmühlen, Leitstrahlmischer oder Schneckenmischer, vorzugsweise in kaskadenförmiger Anordnung. Würden die Bestandteile, also der Festschmierstoff und das Wasser, beispielsweise nur in einem Intensivmischer zu der Festschmierstoffsuspension vermischt, liesse sich eine Klumpenbildung und Inhomogenität in der Suspension weder vermeiden noch beheben.

Durch die erfindungsgemässe Anordnung, dem Nacheinanderschalten einer Kolloidmühle und einem Intensivmischer gelingt es, aus der Trägerflüssigkeit und den Feststoffen eine völlig klumpenfreie, homogene Feststoffsuspension zu

erhalten, deren Bestandteile vollständig benetzt und soweit dazu geeignet, aufgeschlossen sind. Eine derart hergestellte Suspension ist klumpenfrei und hat eine, gemessen an der Art und Menge des Suspensionshilfsmittels, wesentlich verlängerte Standzeit und eine Sedimentation der Feststoffe tritt erst nach wesentlich längeren Zeiträumen auf, als das bei einem Mischen und Suspensieren mit nur einem der erfindungsgemäss nacheinander angeordneten Mischer möglich wäre.

Nach dem erfindungsgemässen Verfahren herzustellende Festschmierstoffe sind z.B. bekannt aus den CH-PS 596 294 und 609 728. Entsprechend sind die zur Anwendung gelangenden Ausgangsmaterialien wenigstens ein Festschmierstoff, bevorzugt Graphit, insbesondere solche Graphite mit hoher Reinheit, beispielsweise über 90%, und einer durchschnittlichen Korngrösse von nicht mehr als 300 Mikrometer. Die besten Ergebnisse lassen sich mit dem Graphit von 96 bis 99,5% Reinheit und einer durchschnittlichen Korngrösse von 100 Mikrometer erzielen. Gegebenenfalls ist die Anwendung von Molybdändisulfid, CaF_2 oder BN allein oder im Gemisch mit Graphit sinngemäss im Rahmen vorliegender Erfindung denkbar.

Unter Polymeren werden die sich in Wärme rückstandsfrei zersetzenden organischen Produkte, beispielsweise Alkylenhomopolymere oder -copolymere verstanden. Dazu zählen die Homo- und Copolymere von Alkenen (Monoolefine, Diolefine etc.), Vinylestern, Vinylalkoholen, ungesättigte dibasischen Säuren und Estern (Dicarboxylsäuren und -ester), Alkylestern und acyclische Säuren und Estern.

Das Alkylenhomopolymer oder -copolymer kann Polyethylen, Polymethylmethacrylat, Polystyrol, Polybutadien, Polyvinylacetat, Polyvinylpropionat, ein Copolymer aus Methylmethacrylat und Styrol, ein Copolymer aus Methylmethacrylat und Alphamethylstyrol, Polydiallylphthalat, Polypropylen, ein Copolymer aus Styrol und Butadien, Polymethylmethacrylat, ein Copolymer aus Vinylacetat und Dibutylmaleinat, ein Copolymer aus Vinylacetat und Ethylen und Polyisobutylen, sein. Die genannten Polymere können allein oder im Gemisch untereinander trocken oder geeignetenfalls als Dispersion angewendet werden.

Als Suspensionshilfsmittel können beispielsweise Stoffe aus der Gruppe Polysaccharide, wie Stärke, Cellulosen, Inulin, Glycogen, Agar, Levan, Dichinon, Pectin, Lignin und Arabin, ferner können Alkylcellulosen, wie z.B. Methyl-, Ethyl-, Propyl- und Butylcellulosen, oder Alginate, wie Natriumalginat, Kaliumalginat, Propylenglykolalginat und Ammoniumalginat, oder Gemische der Substanzen angewendet werden.

Der Festschmierstoff soll bei deren Anwendung als 1 bis 70 Gew%ige homogene wässrige Dispersion vorliegen und eine Viskosität von 100 bis 30000 cp ($0,1$ bis 30 Ns/m^2 bei 5 bis 50°C aufweisen).

Um die Viskosität der Dispersion zu erreichen, kann auch ein gegebenenfalls im Festschmier-

stoff enthaltener organischer Stabilisator ausreichend sein. Es ist aber auch möglich, durch einen Verdicker oder ein Gemisch von Verdickern die Viskosität zu steuern. Aus der Reihe von geeigneten Verdickern eignen sich z.B. wasserlösliche Polysaccharide, Alkylcellulosen, Polyvinylalkohole, Polyarylate, Polyvinylpyrrolidon, gegebenenfalls noch anorganische Substanzen, insbesondere Mineralien, wie Tone oder Kieselsäure.

Weitere Zusätze können anorganische Additive sein und aus der Reihe der Borverbindungen, der Polyphosphate und der Alkalisilikate, allein oder in Mischung untereinander gewählt werden. Zu diesen Verbindungen gehören Polyphosphat in unlöslicher oder schwerlöslicher Form. Vorzugsweise kommen als Polyphosphate Madrell'sche Salze oder Kurrol'sche Salze zur Anwendung. Dabei handelt es sich um Verbindungen der Art $(\text{Na PO}_3)_n$ mit $n = 6$ bis $50,000$, vorzugsweise $6 - 10,000$. Die Borverbindung kann in löslicher und vorzugsweise in schwerlöslicher oder unlöslicher Form angewendet werden.

Als Borverbindung können beispielsweise Borax, Borsäure, B_2O_3 , $\text{KB}_5\text{O}_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ oder Zinkborat angewendet werden.

Das zur Anwendung gelangende Alkalisilikat ist bevorzugt ein Natronwasserglas oder Kaliwasserglas mit einem SiO_2 -Gehalt zwischen 21 und 47% .

Zur sicheren Benetzung des pulverigen Festschmierstoffgemisches kann es hilfreich sein, dem Gemisch und/oder dem Wasser ein Netzmittel zuzufügen. Beispiele von solchen Netzmitteln sind Alkylarylsulfonate, Fettsäureamine, Fettseifen, substituierte Amide der Alkylphosphate, sulfonierte Ester der Dicarboxylsäuren, sulfonierte Fettamide, Alkylamine, Natriumalkylsulfate, aliphatische Aminester, Polyether, wie Polyoxyethylen und Polyoxypropylen, sulfonierte hohe Phenole oder Naphthalensulfonate.

Die nach dem erfindungsgemässen Verfahren herzustellenden Festschmierstoff Suspensionen können beispielsweise als Feststoffkomponente 1 bis 90 Gew.% Festschmierstoff, vorzugsweise Graphit, 1 bis 50 Gew.% Polymer, 1 bis 80 Gew.% anorganischen Zusatz und $0,2$ bis 80 Gew.% eines organischen Stabilisierungsmittels enthalten.

Als Trägerflüssigkeit wird Wasser angewendet, wobei allfällige Zusätze zum Wasser, wie Netzmittel, Lösungsmittel, wie z.B. Alkohole, Ester, Ketone oder Aldehyde, miteingeschlossen sind. Derartige Zusätze im Wasser können notwendig sein, um beispielsweise den Festschmierstoff und dabei den äusserst schlecht benetzbaren Graphit rasch in Suspension zu bringen oder beispielsweise den Polymeranteil rasch anzulösen oder anzuquellen.

Die Festschmierstoffe eignen sich für eine Hochtemperaturanwendung, bei Temperaturen von 300 bis 1300°C , beispielsweise für die Schmierung von Werkzeug, z.B. Dorn, Dornstange oder Matrize und Werkstücke, beispielsweise Luppe oder Rohr, bei der Warmumformung in sogenannten "multiple pipe mills", Kontistrassen, Pilgerschrittwalzwerken, Asselstrassen, Stossbankanlagen, Stangenpressen oder

Anstauchpressen, und in Walzstrassen zum Profil- und Blechwalzen. Die bevorzugt zur Bearbeitung gelangenden Materialien sind dabei Eisen und Stahl.

Die nach dem Verfahren der Erfindung hergestellte Suspension wird durch Aufstreichen, Aufbürsten und bevorzugt durch Aufsprühen auf das heisse Werkstück oder das heisse Werkzeug resp. Walze aufgetragen, wobei die Trägerflüssigkeit, in vorliegendem Falle das Wasser, und allfällige flüchtige Zusätze verdampfen und einen wasserfesten, graphithaltigen Schmelzfilm aus dem Polymer zurücklassen. Die Wasserfestigkeit des Filmes wird gefordert, um nötigenfalls die mit dem Festschmierstoff beschichtete Oberfläche kühlen zu können.

Wesentliches Merkmal des Festschmiermittels sind die filmbildenden Eigenschaften. Diese zeigen sich aber nicht erst am Anwendungsort, also auf dem Werkstück oder Werkzeug, sondern schon während des Mischens, also bei der Berührung der Feststoffe und dann insbesondere der Polymere mit dem Wasser. Es ist deshalb umso überraschender, dass es nun gelingt, nach dem Verfahren der Erfindung einen extrem schlecht benetzbaren Stoff, wie Graphit, und ein Polymer mit stark filmbildenden bis klebenden Eigenschaften, wobei der sich ausbildende Film anschließend wasserfest sein muss, mit Wasser klumpenfrei und homogen zu mischen. Erschwerend kommt beim Verfahren hinzu, dass das Volumen der Feststoffe aufgrund deren niedrigen Schüttgewichtes das Volumen des Wassers übertreffen kann. Schliesslich muss die Suspension, gemessen an der Menge des Zusatzes von Suspensionshilfsmitteln, extrem stabil sein und darf über längere Zeiträume keine Entmischung oder Sedimentation zeigen.

Die Erfindung umfasst weiters die Vorrichtung zur Ausführung des erfindungsgemässen Verfahrens, bestehend aus einer Kolloidmühle und einem unmittelbar nachgeordneten Intensivmischer.

Die Kolloidmühle kann eine Spaltweite von 0,01 bis 3 mm aufweisen und kann mit Umfangsgeschwindigkeiten von 10 bis 40 m/sec. betrieben werden. Die ganze Anlage ist zweckmässig für Durchsätze von 25 bis 1200 kg/h und vorzugsweise bis 2000 kg/h Material ausgelegt. Die Abbildung gibt schematisch die erfindungsgemässe Vorrichtung wieder. Die Kolloidmühle 1 besteht im wesentlichen aus Gehäuse 2 und Rotor 3, der durch Antrieb 4 in Bewegung gesetzt wird. Aus einem Vorratsgefäss 5 wird das Graphit/Polymergemisch oder der Graphit allein, jeweils mit den weiteren möglichen Zusätzen, und durch die Zuführung 6 das Wasser, allenfalls im Gemisch mit dem Polymer und anderen allfälligen Zusätzen, in die Kolloidmühle 1 geführt. Unmittelbar nach dem Auslass 7 der Kolloidmühle, durch eine Schlauchleitung 8, wird die vorgemischte Suspension in einem Intensivmischer 9, hier beispielhaft dargestellt mit einem kaskadenförmig angeordneten Blattrührer 10, geleitet. Nach dem Intensivmischer 9 kann ein Vorratsgefäss 11 vorgese-

hen sein, das mit einem Füllstandsmesser ausgerüstet sein kann und entsprechend dem Füllstand die Anlage ein- und ausschaltet.

5 Patentansprüche

1. Verfahren zum Suspendieren von Festschmierstoffen, die bei der spanlosen Warmumformung von Metallen Anwendung finden, enthaltend Graphit und Polymere in Wasser als Trägerflüssigkeit, dadurch gekennzeichnet, daß die Bestandteile des Festschmierstoffes und Wasser in einer Kolloidmühle mit einer Spaltweite von 0,01 bis 3 mm und einer Umfangsgeschwindigkeit von 10 bis 40 m/s vorsuspendiert werden und unmittelbar danach in einem Intensivmischer während 60 bis 3000 s einem Mischprozeß unterworfen und dabei zu einer stabilen Suspension verarbeitet werden.

2. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die trockenen, vorgemischten Festschmierstoffbestandteile und das Wasser in der Kolloidmühle zusammengeführt werden.

3. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Graphit und das im Wasser vorgemischte Polymer in der Kolloidmühle zusammengeführt werden.

4. Verfahren nach einem der Patentansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Kolloidmühle mit einer Umfangsgeschwindigkeit von 15 bis 20 m/s betrieben wird.

5. Verfahren nach einem der Patentansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß eine Suspension mit einem Feststoffgehalt von 1 bis 70 Gew.-% hergestellt wird.

6. Verfahren nach einem der Patentansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Verweildauer des Mischgutes im Intensivmischer 150 bis 300 s beträgt.

7. Vorrichtung zur Ausführung des Verfahrens nach einem der Patentansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß sie aus einer Kolloidmühle mit einer Spaltweite von 0,01 bis 3 mm und einem unmittelbaren nachgeschalteten Intensivmischer besteht.

8. Vorrichtung nach Patentanspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß es sich beim Intensivmischer um einen Mischer mit wenigstens einer gleichläufigen oder gegenläufigen Rührflügelwelle, um eine Rührwerkskugelmühle, einen Leitstrahlmischer oder einen Schneckenmischer handelt.

55 Revendications

1. Procédé pour mettre en suspension des lubrifiants solides qui sont applicables dans le formage à chaud des métaux, contenant du graphite et des polymères dans l'eau comme liquide support, caractérisé en ce que les constituants du lubrifiant solide et l'eau sont mis au préalable en suspension dans un moulin de colloïdes ayant une largeur de fente de 0,01 à 3 mm et une vitesse périphérique de 10 à 40 m/s et en ce qu'immédiatement ensuite, ils sont soumis à un processus de

mélange dans un mélangeur intensif pendant 60 à 3000 s et sont ainsi transformés en une suspension stable.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les constituants de lubrifiant(s) solide(s) prémélangés, secs et l'eau sont introduits ensemble dans le moulin de colloïdes.

3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le graphite et le polymère prémélangé dans l'eau sont introduits ensemble dans le moulin de colloïdes.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le moulin de colloïdes est actionné avec une vitesse périphérique de 15 à 20 m/s.

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'on prépare une suspension avec une teneur en matière solide de 1 à 70% en poids.

6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que la durée de séjour de la matière en mélange dans le mélangeur intensif est de 150 à 300 s.

7. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'il est constitué d'un moulin de colloïdes ayant une largeur de fente de 0,01 à 3 mm et d'un mélangeur intensif placé immédiatement à la suite.

8. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'il s'agit, en ce qui concerne le mélangeur intensif, d'un mélangeur avec au moins un arbre de palettes d'agitation synchronisé ou à contrarotation, d'un broyeur à boulets de dispositif d'agitation, d'un mélangeur à rayon conducteur ou d'un mélangeur à vis sans fin.

Claims

1. Process for the suspension of solid lubricants

which are used in the non-cutting hot shaping of metals, containing graphite and polymers in water as carrier liquid, characterized in that the constituents of the solid lubricant and water are pre-suspended in a colloid mill with a gap width of 0.01 to 3 mm and a peripheral speed of 10 to 40 m/s, and immediately afterwards subjected to a mixing process in an intensive mixer for 60 to 3000 s and in the course of this processed to a stable suspension.

2. Process according to patent claim 1, characterized in that the dry, premixed solid lubricant constituents and the water are brought together in the colloid mill.

3. Process according to patent claim 1, characterized in that the graphite and the polymer premixed in the water are brought together in the colloid mill.

4. Process according to patent claims 1 to 3, characterized in that the colloid mill is operated with a peripheral speed of 15 to 20 m/s.

5. Process according to patent claims 1 to 4, characterized in that a suspension with a solid content of 1 to 70 weight % is produced.

6. Process according to patent claims 1 to 5, characterized in that the residence time in the intensive mixer of the material being mixed is 150 to 300 s.

7. Apparatus for carrying out the process according to one of patent claims 1 to 6, characterized in that it consists of a colloid mill with a gap width of 0.01 to 3 mm and an intensive mixer coupled directly after it.

8. Apparatus according to patent claim 7, characterized in that the intensive mixer is a mixer with at least one agitator blade shaft rotating in the same or opposite directions, an agitated ball mill, a guide jet mixer or a screw mixer.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

5

