

(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 18 Absatz 2 Patentgesetz

PATENTSCHRIFT

(19) DD (11) 266 715 A3

4(51) F 26 B 15/18

F 26 B 3/00

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

(21)	WP F 26 B / 255 511 4	(22)	10.10.83	(45)	12.04.89
(71)	siehe (72)				
(72)	Volgtländer, Ulf, Dipl.-Ing., Hohle 37, Colditz, 7242; Beyer, Eberhard; Kunze, Ulrich, Dipl.-Ing.; Köhler, Michael; Sehmisch, Wolfgang, Dipl.-Ing.-Ök.; Hempel, Klaus, Dipl.-Ing.; Ackermann, Andreas, Dipl.-Ing.; Wilke, Manfred; Schneider, Kurt; Gernlein, Wolfgang, Dipl.-Ing.; Knye, Ulrich, Dipl.-Ing., DD				
(54)	Verfahren und Vorrichtung zur thermischen Behandlung feinkeramischer Artikel				

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur thermischen Behandlung feinkeramischer Artikel in einem Durchlauftrockner. Die Aufgabe besteht darin, bei Vermeidung der Prozeßstufe Weißtrocknung und des Umsetzens der Artikel eine kontinuierliche thermische Behandlung zu erreichen. Erfindungsgemäß werden die Artikel in einem Vortrockner und nachgeschaltetem Nachrockner auf einem endlosen Transportband mittels volumenstrom- und temperatureregelter Eindüsung und Absaugung zunächst einer Temperatur von 160–200 °C ausgesetzt und dabei auf 80 °C bis 90 °C erwärmt, anschließend die Trocknungstemperatur um 50 bis 80 K abgesenkt und die Artikel auf eine Restfeuchte < 1 % zurückgetrocknet, danach bei einem Temperaturanstieg um 25 K min⁻¹ auf ein Temperaturniveau von 580 °C bis 620 °C gebracht und einer Haltezeit von etwa 10 min ausgesetzt und anschließend auf Raumtemperatur abgekühlt.

Patentansprüche:

1. Verfahren zur thermischen Behandlung feinkeramischer Artikel, insbesondere Tassen im Durchlaufverfahren, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Artikel auf einem kontinuierlich bewegten luftdurchlässigen Transportband (3) einen Vortrockner (1) durchwandern und mittels nacheinander unterhalb und oberhalb des Transportbandes (3) angeordneten Düsen (18; 17; 7) und Absaugungen (16; 15; 14) im Bereich I durch Trockenmedium bei Temperaturen von 160–200°C rasch auf 80–90°C aufgeheizt werden, anschließend durch eine volumenstrom- und temperaturgeregelte Zuführung von Außenluft über Düsenreihe (24) die Trocknungstemperatur im Bereich II um 50 bis 80 K wieder abgesenkt wird und so die Artikel auf eine Restfeuchte < 1 % zurückgetrocknet worden und in einem Nachrockner (2) zunächst im Bereich III einen regelbaren Volumenstrom von abgesaugter Kühlluft aus dem Bereich II und eingespeister Heißluft aus dem Bereich IV ausgesetzt werden und beim Durchlaufen des Bereiches IV mittels zwischen Düsen (33; 32) und Absaugungen (43; 42) bewegten Luftstroms bei einer Aufheizgeschwindigkeit von etwa 25 K min⁻¹ und Temperaturen von 580–620°C den Artikeln das chemisch gebundene Wasser entzogen wird und schließlich im Bereich V des Nachrockners (2) die Artikel mittels über Düsen (46) eingebrachter Außenluft auf eine Umgebungstemperatur von 40–50°C abgekühlt werden.
2. Verfahren nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß das über die Düse (7) im Vortrockner (1) eingespeiste Trockenmedium über Absaugungen (8; 48) aus dem Nachrockner (2) entnommen wird.
3. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens, **gekennzeichnet dadurch**, daß in einem aus Vortrockner (1) und Nachrockner (2) bestehenden Durchlauftrockner ein endloses, luftdurchlässiges Transportband (3) vorgesehen ist, welches aus den beiden Enden des Durchlauftrockners herausgeführt und über Umlenkrollen (4; 5) geleitet ist, wobei eine Absaugung (8) oberhalb des Transportbandes (3) im Bereich V des Nachrockners (2) über eine Rohrleitung (6) mit einer Düsenreihe (7) unterhalb des Transportbandes (3) im Bereich I des Vortrockners (1) verbunden ist, denen weitere Düsenreihen (17; 18) vorgeschaltet sind, die mit oberhalb des Transportbandes (3) angeordneten Absaugungen (15; 16) durch Rohrleitungen (20; 53) verbunden sind, und über der Düsenreihe (18) eine Absaugung (16) angebracht ist, die mit der Außenluft in Verbindung steht, daß im Bereich II eine unterhalb des Transportbandes (3) angeordnete Düsenreihe (24) durch Rohrleitung (25) über vorgeschaltetem Gebläse (26), Drosselklappe (27) und Regler (28) mit der Außenluft verbunden ist und am Regler (28) und der Drosselklappe (27) ein Temperaturfühler (29) angeschlossen ist, der oberhalb des Transportbandes (3) in den Bereich II hineinragt, daß im Nachrockner (2) unterhalb des Transportbandes (3) weitere Düsenreihen (33; 32) vorgesehen sind, denen gegenüberliegend oberhalb des Transportbandes (3) Absaugungen (43; 42) zugeordnet sind, die einerseits über Rohrabzweigungen (39; 38) mit den Düsenreihen (33; 32) und andererseits über Rohrleitungen (31; 30) mit den Ausgängen von Heizregistern (37; 36) verbunden sind, deren Eingänge über die Rohrleitung (6) und Gebläse (10) mit einer Absaugung (8) verbunden sind, der eine Düsenreihe (46) unterhalb des Transportbandes (3) gegenüberliegt, die über ein Gebläse (47) mit der Außenluft verbunden ist, daß vor der Absaugung (43) eine weitere Absaugung (48) im Bereich III oberhalb des Transportbandes (3) angebracht ist, die an der Rohrleitung (6) angeschlossen ist.
4. Vorrichtung nach Punkt 3, **gekennzeichnet dadurch**, daß zwischen Gebläse (10) und Düsenreihe (7) in der Rohrleitung (6) eine Regeleinrichtung (12) angebracht ist, der ein Gebläse (57) und ein Heizregister (11) nachgeschaltet sind.
5. Vorrichtung nach Punkt 3 und 4, **gekennzeichnet dadurch**, daß zwischen den Düsenreihen (7; 33; 32) und Absaugungen (14; 43; 42) Temperaturfühler (13; 56; 55) angeordnet sind.
6. Vorrichtung nach Punkt 3 bis 5, **gekennzeichnet dadurch**, daß zwischen Absaugung (48) einer mit der Rohrleitung (6) verbundenen Rohrleitung (50) ein Gebläse (49), ein Druckregler (52) sowie eine Drosselklappe (51) eingebaut sind, an die eine Drucksonde (54) angeschlossen ist.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur thermischen Behandlung feinkeramischer Artikel, insbesondere Tassen, zum Austreiben physikalisch und chemisch gebundenen Wassers im Durchlaufverfahren.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Es ist bekannt, keramische Formlinge, wie beispielsweise Becher, in einem sogenannten Lederharttrockner bei einer Temperatur $< 100^{\circ}\text{C}$ bis auf eine Restfeuchte von etwa 18% zurückzutrocknen, anschließend in einem Weißtrockner umzusetzen und bei Temperaturen von $< 110^{\circ}\text{C}$ auf etwa 2% Restfeuchte zu trocknen und dabei gleichzeitig soweit abzukühlen, daß sie von Hand entnommen werden können.

Für die weitere Behandlung der Formlinge sind verschiedene Arbeitsverfahren bekannt. So unterscheidet man zwischen Zweibrand- und Einbrandverfahren. Beide Verfahren lassen sich nach der sogenannten Schnellbrand- und Tunnelofentechnologie realisieren. Wird die Einbrandmethode angewandt, so werden die dem Weißtrockner entnommenen Formlinge zunächst dem Glasierprozeß zugeführt und danach bei etwa 1400°C im Schnellbrand- oder Tunnelofen glatt gebrannt. Wird nach der Zweibrandmethode verfahren, so werden die Formlinge nach dem Weißtrockner einem Glühbrand bei einer Temperatur von $800\text{--}950^{\circ}\text{C}$ ausgesetzt, danach glasiert und dann glattgebrannt. Für beide Brennverfahren sind manuelle Umschüttvorgänge vom Weißtrockner in die Brennaggregate erforderlich. Durch die notwendige Abkühlung der Formlinge infolge des Umschüttprozesses müssen Energieverluste hingenommen werden. Des weiteren bindet dieser Umschüttprozeß Arbeitskräfte und führt zur Erhöhung der Bruchquote.

Das Einbrandverfahren ist nur für dickwandige Artikel geeignet und bringt gegenüber dem Zweibrandverfahren erhebliche Qualitätsverluste, da infolge des ungeglühten Scherbens eine Wasseraufnahme während des Glasierprozesses zu Aufweichungserscheinungen führt. Die bisher bekannten Glühöfen, insbesondere für das Schnellbrandverfahren, besitzen außerdem den Nachteil, daß zwischen Ofenraum und Brennschlitteneinbauebene ein Temperaturgefälle von mindestens 150K herrscht, welches gleichermaßen auf den Formling einwirkt und zu Spannungsrisissen führen kann. Das vorgenannte Temperaturgefälle erfordert außerdem eine Prozeßtemperatur von $> 800^{\circ}\text{C}$, die damit weit über der notwendigen theoretischen Umwandlungstemperatur liegt, die erforderlich ist, um das Ofengut vom Kaolinit- in den Metakaolinitzustand umzuwandeln, was einen weiteren erhöhten Energieaufwand bedeutet. Die bisher bekannten Technologien der thermischen Behandlung von keramischen Formlingen in den beschriebenen Prozeßstufen weisen außerdem viele Unterbrechungen im technologischen Fluß auf und stehen einer durchgängigen Verkettung und damit einer Automatisierung entgegen.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur thermischen Behandlung feinkeramischer Artikel vorzuschlagen, wodurch die Endqualität der Artikel bei gleichzeitiger Senkung des Energiebedarfs und Einsparung von Arbeitsplätzen verbessert und der Bruchanteil der Formlinge verringert werden.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur thermischen Behandlung feinkeramischer Artikel zu schaffen, bei dem die Prozeßstufe Weißtrocknung und die damit verbundenen Umschüttvorgänge weggelassen und eine durchgängige thermische Behandlung der Formlinge ermöglicht wird, wobei das bisher nachteilige Temperaturgefälle am Artikel im Glühprozeß vermieden bleibt und so die Glühtemperatur innerhalb des Umwandlungsprozesses vom Kaolinit- in den Metakaolinitzustand gehalten werden kann.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß die Artikel auf einem kontinuierlich bewegten luftdurchlässigen Transportband einen Vortrockner durchwandern, und mittels nacheinander unterhalb und oberhalb des Transportbandes angeordneter Düsen und Absaugungen im Bereich I durch Trockenmedium bei Temperaturen von $160\text{--}200^{\circ}\text{C}$ rasch auf $80\text{--}90^{\circ}\text{C}$ aufgeheizt werden, anschließend durch eine volumenstrom- und temperaturgeregelte Zuführung von Außenluft über Düsenreihe die Trocknungstemperatur im Bereich II um 50 bis 30K wieder abgesenkt wird und so die Artikel auf eine Restfeuchte $< 1\%$ zurückgetrocknet werden und in einem Nachrockner zunächst im Bereich III einen regelbaren Volumenstrom von abgesaugter Kühlluft aus dem Bereich II und eingespeister Heißluft aus dem Bereich IV ausgesetzt werden und beim Durchlaufen des Bereiches IV mittels zwischen Düsen und Absaugungen bewegten Luftstroms bei einer Aufheizgeschwindigkeit von etwa 25K min^{-1} und Temperaturen von $580\text{--}620^{\circ}\text{C}$ den Artikeln das chemisch gebundene Wasser entzogen wird und schließlich im Bereich V des Nachrockners die Artikel mittels über Düsen eingebrachter Außenluft auf eine Umgebungstemperatur von $40\text{--}50^{\circ}\text{C}$ abgekühlt werden. Zweckmäßigerweise wird das über die Düse im Vortrockner eingespeiste Trockenmedium über Absaugungen aus dem Nachrockner entnommen. Durch die temperatur- und volumengesteuerte Lufteindüsung und Absaugung bei Verwendung von Abluft und Frischluft entsprechend dem erfindungsgemäßen Verfahren werden optimale Trocknungsbedingungen erreicht und wesentliche Energieeinsparungen gegenüber bisherigen Technologien erzielt. Da die Artikel bei Anwendung des Verfahrens einschichtig auf dem Transportband eingespeist werden, treten die bisher nachteiligen Temperaturunterschiede an den Artikeln während der thermischen Behandlung nicht mehr auf und die Qualität der Artikel wird verbessert. Mit der erreichten Einsparung der Prozeßstufe Weißtrocknung entfallen die nachteiligen Umschüttvorgänge und die erreichte kontinuierliche thermische Behandlung schafft wesentliche Voraussetzung für eine durchgängige Verkettung bzw. Automatisierung des technologischen Ablaufes weiterer Prozeßstufen.

Bei der Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens wird vorgeschlagen, daß in einem aus Vortrockner und Nachrockner bestehenden Durchlauftrockner ein endloses, luftdurchlässiges Transportband vorgesehen ist, welches aus den beiden Enden des Durchlauftrockners herausgeführt und über Umlenkrollen geleitet ist, wobei eine Absaugung oberhalb des Transportbandes im Bereich V des Nachrockners über eine Rohrleitung mit einer Düsenreihe unterhalb des Transportbandes im Bereich I des Vortrockners verbunden ist, denen weitere Düsenreihen vorgeschaltet sind, die mit oberhalb des Transportbandes angeordneten Absaugungen durch Rohrleitungen verbunden sind und über der Düsenreihe eine Absaugung angebracht ist, die mit der Außenluft in Verbindung steht, daß im Bereich II eine unterhalb des Transportbandes angeordnete Düsenreihe durch Rohrleitung über vorgeschaltetem Gebläse, Drosselklappe und Regler mit der Außenluft verbunden ist und am Regler und der Drosselklappe ein Temperaturfühler angeschlossen ist, der oberhalb des Transportbandes in den Bereich II hineinragt, daß im

Nachtrockner unterhalb des Transportbandes weitere Düsenreihen vorgesehen sind, denen gegenüberliegend oberhalb des Transportbandes Absaugungen zugeordnet sind, die einerseits über Rohrabzweigungen mit den Düsenreihen und andererseits über Rohrleitungen mit den Ausgängen von Heizregistern verbunden sind, deren Eingänge über die Rohrleitung und Gebläse mit einer Absaugung verbunden sind, der eine Düsenreihe unterhalb des Transportbandes gegenüberliegt, die über ein Gebläse mit der Außenluft verbunden ist, daß vor der Absaugung eine weitere Absaugung im Bereich III oberhalb des Transportbandes angebracht ist, die an der Rohrleitung angeschlossen ist.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist zwischen Gebläse und Düsenreihe in der Rohrleitung eine Regeleinrichtung angebracht, der ein Gebläse und ein Heizregister nachgeschaltet ist.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung sind zwischen den Düsenreihen und Absaugungen Temperaturfühler angeordnet.

Schließlich ist nach einem letzten Merkmal vorgesehen, daß zwischen Absaugung einer mit der Rohrleitung verbundenen Rohrleitung ein Gebläse, ein Druckregler sowie eine Drosselklappe eingebaut sind, an die eine Drucksonde angeschlossen ist.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. In der zugehörigen Zeichnung zeigen:

Fig. 1: eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung

Fig. 2: die Einzeleinheit einer Regeleinrichtung nach Fig. 1.

Einen aus Vortrockner 1 und Nachtrockner 2 bestehenden Durchlauftrockner durchquert ein endloses, luftdurchlässiges Transportband 3, welches zweckmäßigerweise als Netzband ausgebildet ist und über beiderseitig außerhalb des Durchlauftrockners angeordneten Umlenkrollen 4; 5 geleitet ist. Eine Rohrleitung 6 verbindet eine Düsenreihe 7 im Bereich I des Vortrockners 1 mit einer Absaugung 8 im Bereich V des Nachtrockners 2, die unterhalb einer Decke 9 befestigt ist. Hinter der Absaugung 8 ist in der Rohrleitung 6 ein Gebläse 10 angeordnet und im Anschluß daran eine Regeleinrichtung 12, der ein Gebläse 57 und ein Heizregister 11 nachgeschaltet sind, wobei der Regeleinrichtung 12 noch ein Überdruckventil 62 vorgeschaltet ist. Verbunden ist die Regeleinrichtung 12 mit einem Temperaturfühler 13 und dem Heizregister 11. Sie besteht aus einem Proportional-Integralregler 59, einem Proportionalregler 60, einem Schaltglied 61 und einem elektromotorischen Stellantrieb 58, an dem sich eine Ansaugleitung 63 für Frischluft befindet.

Der Proportionalregler 60 ist einerseits über das Schaltglied 61 mit dem elektromotorischen Stellantrieb 58 und andererseits gemeinsam mit dem Proportional-Integralregler 59 an den Temperaturfühler 13 angeschlossen. Der Proportional-Integralregler 59 ist wiederum auf der anderen Seite direkt am elektromotorischen Stellantrieb 58 angekoppelt. Schließlich steht das Schaltglied 61 mit dem Heizregister 11 in Wirkverbindung. Weitere unterhalb der Decke 9 angebrachte Absaugungen 14; 15; 16 sind den Düsenreihen 7; 17; 18 zugeordnet, die sich unterhalb des Transportbandes 3 befinden. Dabei sind die Absaugung 14 über Gebläse 19 durch Rohrleitung 20 mit der Düsenreihe 17 und die Absaugung 15 über Gebläse 21 durch Rohrleitung 53 mit der Düsenreihe 18 verbunden, während die Absaugung 16 über Rohrleitung 22 und vorgeschaltetem Gebläse 23 mit der Außenluft verbunden ist. Der Düsenreihe 7 ist im Bereich II des Vortrockners 1 eine Düsenreihe 24 nachgeordnet, die über eine Rohrleitung 25 und einem in dieser eingebauten Gebläse 26 mit der Außenluft in Verbindung gebracht ist. Über eine eingebaute Drosselklappe 27 und einem Regler 28 ist das Gebläse 26 mittels Temperaturfühler 29, welcher in den Bereich II hineinragt, regelbar. Mit der Rohrleitung 6 sind über Rohrleitungen 30; 31 Düsenreihen 32; 33 und der Rohrleitung 6 sind Gebläse 34; 35 vorgesehen, deren Heizregister 36; 37 nachgeordnet sind, von denen weitere Rohrabzweigungen 38; 39 über Gebläse 40; 41 zu Absaugungen 42; 43 führen, die gegenüber den Düsenreihen 32; 33 unterhalb der Decke 9 befestigt sind. An den Heizregistern 36; 37 sind Regler 44; 45 angeordnet, die mit Temperaturfühler 55; 56 verbunden sind, welche in den Bereich IV hineinragen. Der Düsenreihe 32 ist im Bereich V eine Düsenreihe 46 nachgeordnet, der ein Gebläse 47 vorgeschaltet ist, was mit der Außenluft in Verbindung gebracht ist. Im Bereich III ist eine weitere Absaugung 48 unterhalb der Decke 9 befestigt, die an ein Gebläse 49 angeschlossen ist und über eine Rohrleitung 50 und eine Drosselklappe 51 sowie einem Druckregler 52 mit der Rohrleitung 6 verbunden ist. Eine in dem Bereich III unterhalb der Absaugung 48 befindliche Drucksonde 54 ist einerseits mit der Drosselklappe 51 und andererseits mit dem Druckregler 52 verbunden.

Die durch das Transportband 3 eingefahrenen Artikel werden im Bereich I des Vortrockners 1 mittels aus dem Nachtrockner 2 durch die Absaugungen 8; 48 abgeführten Trockenmedium, welches durch Heizregister 11 aufheizt und mit einer mittels Regeleinrichtung 12 geregelten Temperatur von 160 bis 200°C eingeblasen wird, rasch auf 80 bis 90°C erwärmt. Ist die Temperatur des in der Leitung 6 zugeführten Trockenmediums niedriger als die im Bereich I benötigte Trockenraumtemperatur, so schaltet über den Temperaturfühler 13 der Proportionalregler 60 über das Schaltglied 61 das Heizregister 11 zu, bis das Trockenmedium die geforderte Temperatur erreicht hat. Übersteigt die Temperatur des Trockenmediums die erforderliche Trockenraumtemperatur, so schaltet über den Temperaturfühler 13 der Proportionalregler 60 über das Schaltglied 61 das Heizregister 11 ab und der Proportional-Integralregler 59 bewirkt über den elektromotorischen Stellantrieb 58 das Zumischen von Frischluft über die Rohrleitung 63 in die Rohrleitung 6 solange, bis sich die gewünschte Trockenraumtemperatur einstellt. Der Feuchtegehalt des eingeblasenen Trockenmediums nimmt von der Düsenreihe 7 bis zur Düsenreihe 18 hin zu, und es wird mittels Absaugung 16 unmittelbar am Eingang des Vortrockners 1 abgesaugt. Nach Erreichen des Schwindungsendpunktes gleicht sich die Temperatur der Artikel sehr schnell der Umgebungstemperatur des Bereiches I an. Im Bereich II erfolgt zur Beeinflussung der Trocknungsgeschwindigkeit eine volumenstrom- und temperaturgeregelte Zuführung von Außenluft über die Düsenreihe 24, wodurch die Trocknungstemperatur um 50 bis 80 K abgesenkt und die Artikel bis dahin auf eine Restfeuchte < 1% zurückgetrocknet werden. Das ist notwendig, um bei den nachfolgenden höheren Temperaturen, denen die Artikel ausgesetzt werden, Spannungen zu vermeiden, die ansonsten eine völlige Zerstörung der Artikel herbeiführen könnten. Im Bereich III kommt es im Gegenstrom zu einer Vermischung von über die Düsenreihe 24 eingeströmter Kühlluft und der aus dem Nachtrockner 2 überströmenden Heißluft. Eine Drucksonde 54 steuert dabei die über die Absaugung 48 abgeleitete

Volumenstrommenge. Durch Einblasen von Trockenmedium über die Düsenreihen 32; 33 werden im weiteren Vorlauf die Artikel bei einer Aufheizgeschwindigkeit von etwa 25 K min^{-1} und einer Temperatur von 580 bis 620°C bei einer Zeitdauer von etwa 10min erhitzt. Dabei wird den Artikeln das chemisch gebundene Wasser entzogen und die Umwandlung vom Kaolinit- in den Metakaolinitzustand erreicht. Dadurch wird beim späteren Glasierprozeß vermieden, daß sich der Scherbrnn auflöst. Anschließend werden die Artikel über der Düsenreihe 46 durch Frischluftindüsung auf Raumtemperatur abgekühlt und verlassen auf dem Transportband 3 den Durchlauftrockner.

Fig. 1

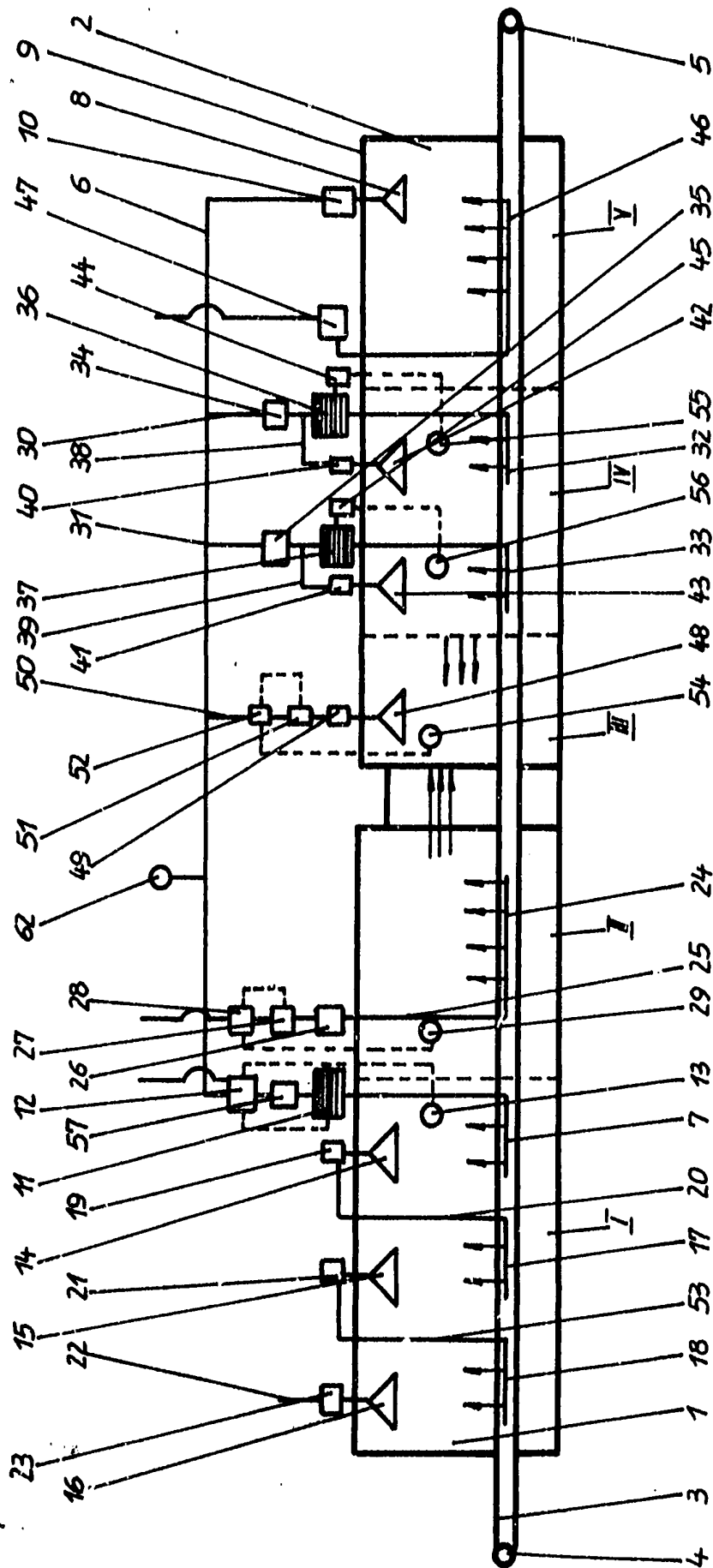


Fig. 2

