

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP C 03 B / 308 819 3

(22) 09.11.87

(44) 15.03.89

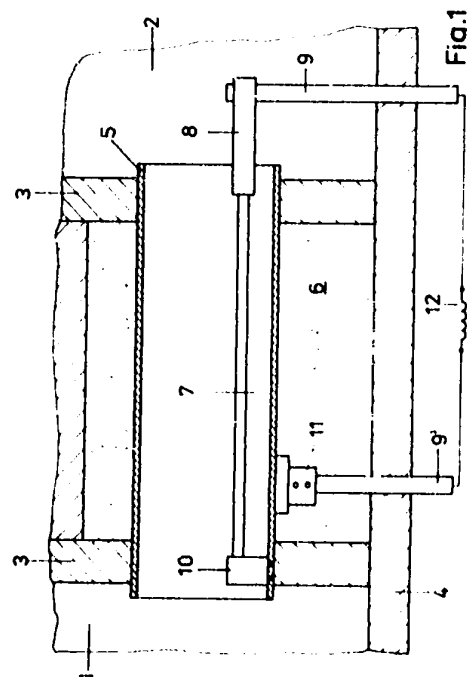
(71) VEB Wärmetechnisches Institut der Glasindustrie Jena, Göschwitzer Straße 22, Jena, 6900, DD

(72) Haft, Rainer, Dr. rer. nat.; Hippus, Wolfgang, Dipl.-Ing.; Nürbchen, Karl-Heinz; Sorge, Wolfgang, Dipl.-Ing., DD

(F4) Elektrisch beheizter Durchlaß eines Schmelzofens für silikatische Stoffe

(55) Durchlaß, Elektrobeheizung, Schmelzofen, Glas, alkaliarm, Durchlaßrohr, Widerstandsheizelement, stabförmig, Wolfram, innerhalb, Rohrachse, parallel, Längenverhältnis, Stromzuführung

(57) Die Erfindung betrifft einen elektrisch beheizten Durchlaß eines Schmelzofens für silikatische Stoffe, insbesondere alkaliarmes Glas, mit einem Durchlaßrohr aus hitze- und korrosionsbeständigem Metall. Erfindungsgemäß sind ein oder mehrere stabförmige Widerstandsheizelemente, z. B. aus Wolfram, parallel zur Längsachse innerhalb des Durchlaßrohres im Abstand zur Durchlaßrohrwand in vorzugsweise einer Ebene angeordnet. Sie werden von außerhalb des Durchlaßrohres angebracht, an sich bekannten Stromzuführungen gehalten. Die wirksame Länge der Widerstandsheizelemente beträgt das 0,3- bis 1fache der Durchlaßrohrlänge. Die Beheizung von Gläsern geringer Leitfähigkeit, auch bei Anfahrvorgängen und temperaturbedingten Strömungen, erfolgt ohne elektrische Durchführung im Durchlaßrohr. Fig. 1



Patentansprüche:

1. Elektrisch beheizter Durchlaß eines Schmelzofens für silikatische Stoffe, insbesondere alkaliarmes Glas, mit einem Durchlaßrohr aus hitze- und korrosionsbeständigem Metall, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein oder mehrere stabförmige Widerstandsheizelemente (7) aus einem hitze- und korrosionsbeständigem, elektrisch leitendem Material, z. B. Wolfram, parallel zur Längsachse innerhalb des Durchlaßrohres (5) im Abstand zur Durchlaßrohrwand in vorzugsweise einer Ebene angeordnet sind, die von außerhalb des Durchlaßrohres (5) angebrachten, an sich bekannten Stromzuführungen (9; 9') gehalten werden und mit diesen elektrisch leitend verbunden sind und daß die wirksame Länge eines bzw. jedes stabförmigen Widerstandsheizelementes (7) das 0,3- bis 1fache der Durchlaßrohrlänge beträgt.
2. Durchlaß nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Querschnittsfläche der stabförmigen Widerstandsheizelemente (7) und deren Halterungen in Strömungsrichtung im Durchlaßrohr 8 % bis 12 % der Querschnittsfläche des Durchlaßrohres (5) beträgt.
3. Durchlaß nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die stabförmigen Widerstandsheizelemente (7) einen Durchmesser von 5 mm bis 15 mm, vorzugsweise von 10 mm, besitzen.
4. Durchlaß nach Anspruch 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die stabförmigen Widerstandsheizelemente (7) in Reihenschaltung und/oder Parallelschaltung miteinander verbunden sind.
5. Durchlaß nach Anspruch 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Durchlaßrohr (5) vorzugsweise aus Wolfram besteht, durch Plasmaspritzen mit sich anschließender Vakuumglüh- und -sinterbehandlung geformt ist und daß eine Schutzschicht (6) außer auf das Durchlaßrohr aufgebracht oder das Rohr davon umgeben ist, die aus Glasmehl und/oder pulverigen keramischen Massen mit Beigaben reduzierender Bestandteile zusammengesetzt ist.
6. Durchlaß nach Anspruch 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß das/die stabförmigen Widerstandsheizelement(e) (7) am der Halterung entgegengesetzten Ende mit dem Durchlaßrohr (5) elektrisch leitend verbunden ist/sind und daß der elektrische Widerstand des Durchlaßrohres (5) zwischen dieser Verbindungsstelle und der Stromzuführungsstelle am Durchlaßrohr (5) höchstens ein Drittel des elektrischen Gesamtwiderstandes der/des Widerstandsheizelemente(s) (7) beträgt.
7. Durchlaß nach Anspruch 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß sich das/die stabförmigen Widerstandsheizelement(e) (7) am der Halterung entgegengesetzten Ende gegen die Innenwand des Durchlaßrohres (5) abstützen.
8. Durchlaß nach Anspruch 1 bis 5 und einem der Ansprüche 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Widerstandsheizelemente (7) von einer Seite in das Durchlaßrohr (5) eingeführt sind.
9. Durchlaß nach Anspruch 1 bis 5 und einem der Ansprüche 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Widerstandsheizelemente (7) von beiden Seiten in das Durchlaßrohr (5) eingeführt sind.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft einen elektrisch beheizten Durchlaß eines Schmelzofens für silikatische Stoffe, insbesondere alkaliarmes Glas, mit einem Durchlaßrohr aus hitze- und korrosionsbeständigem Metall.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Zwischen Schmelzöfen für silikatische Stoffe und Arbeitswannen, Homogenisierungseinrichtungen, Speisen und dergleichen angeordnete Durchlässe für die Schmelze werden aus unterschiedlichsten Gründen beheizt. Das kann erforderlich sein bei Anfahrvorgängen, zum Einstellen oder Halten eines bestimmten Temperaturniveaus, zur Verbesserung der Homogenität bzw. Qualität der Schmelze usw.

Bereits aus DE-PS 1018593 ist der Einsatz von Elektroenergie hierfür bekannt, indem im Durchlaß eines brennstoffbeheizten Ofens vertieft bzw. im vertieften Durchlaß Elektroden angeordnet werden, zwischen denen die Schmelze durch Joulesche Wärme eine höhere Temperatur annimmt.

Eine derartige Beheizung setzt eine ausreichende Leitfähigkeit der Schmelze voraus, ist für Anfahrvorgänge ungeeignet und erhöht den Verschleiß des ohnehin stark belasteten Durchlasses.

Für stark korrosiv wirkende Schmelzen und besondere Schmelzverfahren sind rohrförmige Durchlässe aus hitze- und korrosionsbeständigen Metallen, z. B. aus Edelmetallen, in Gebrauch gekommen.

Es ist aus DE-AS 1069345 bekannt, ein solches Durchlaßrohr mit einer Heizwicklung zu umgeben, die an eine regelbare Spannungsquelle angeschlossen ist.

Neben der komplizierten Ausführung einer solchen Beheizung, mit Bruchgefahr der Heizwicklung, hat diese Lösung den Nachteil, daß der Wärmeübergang auf die Schmelze sehr träge und mit Verlusten erfolgt.

Bei dem aus US-PS 4352 687 bekannten Durchlaß aus Molybdän, Wolfram, Tantal, Stahl oder Edelmetallen wird lediglich das aus gleichem Werkstoff bestehende Verbindungsstück von Durchlaßrohr zu dem angeschlossenen Konditionierungskanal äußerlich beheizt. Die installierte Heizeinrichtung wird hierbei fast ausschließlich nur zum Anfahren des Aggregates benutzt, wozu mit diesem Konstruktionsprinzip eine lange Zeit bis zum Aufschmelzen des Durchlasses gebraucht wird.

Eine regelbar beheizbare Durchlaß-Rohrleitung ist aus DE-AS 1056 794 bekannt. Die Heizspannung ist an die Enden eines Platinrohres angeschlossen, das Schmelzofen und Homogenisierungsbehälter verbindet und von einem keramischen Mantel umgeben ist.

Eine Beheizung des gesamten Durchlaßrohres entspricht in vielen Fällen nicht den technologischen Erfordernissen; sie hat wärmetechnische Nachteile, die durch die Beheizung der Schmelze im Inneren des Durchlaßrohres entstehen und oftmals zu dessen thermischer Überlastung führen. Schließlich führt die Anwendung von Edelmetallen zu unverträglich hohen Kosten und muß auf hochwertige, z. B. optische, Gläser beschränkt bleiben.

Ein wirksames Beheizen des Durchlasses, vor allem in der Anfahrphase des Ofens, ist aus US-PS 4029 887 bekannt. Das bevorzugt aus Molybdän bestehende Durchlaßrohr reicht von der Schmelzofenmitte bis zu einem Verbindungskanal. Die Heizspannung wird zwischen einer dem Durchlaß gegenüberliegenden Elektrode nahe dem Ofenboden und einer Elektrode nahe dem Durchlaßrohrende im Kanal angelegt. Der Stromfluß erfolgt nacheinander durch die Schmelze und das Durchlaßrohr und er ist so im starken Maße von der temperaturabhängigen elektrischen Leitfähigkeit der Schmelze beeinflusst. Das führt bei Unterschreitung bestimmter Temperaturen zum Versagen derartiger Anordnungen.

Für eine ganze Reihe alkaliarmer und damit elektrisch schlecht leitender Gläser sind derartige Lösungen nicht anwendbar. Bei bestimmten Betriebsbedingungen besteht die Gefahr des Einfrierens des Durchlasses, was eine Beeinträchtigung der Betriebssicherheit des Schmelzaggregates darstellt.

Schließlich ist es aus DD-WP 227 426 bekannt, ein Widerstandsheizelement beispielsweise im Durchlaß von Glasschmelzöfen innerhalb der Schmelze anzuordnen. Das z. B. aus Wolfram bestehende Widerstandsheizelemente hat die Form eines Hohlzylinders, ist mit mäander- oder schraubenförmigen Leiterbahnen versehen und seine Längsachse ist in Strömungsrichtung der Schmelze orientiert.

Ein solches Widerstandsheizelement ist technisch schwer zu realisieren und bringt Probleme hinsichtlich der dauerhaften Fixierung der Leiterbahnen mit sich. Darüber hinaus erfordert die Montage von einem, gegebenenfalls auch mehreren hintereinander oder parallel angeordneten Widerstandsheizelementen im Durchlaß Durchführungen in den Durchlaßwänden, die bei metallischen Durchlaßrohren erhebliche Isolations- und Dichtungsprobleme verursachen.

Durch die Störanfälligkeit von Widerstandsheizelement und Durchführungen wird die Betriebssicherheit eines derartigen Durchlasses ungünstig beeinflusst.

Ziel der Erfindung

Es ist das Ziel der Erfindung, durch Verringerung der Störanfälligkeit die Betriebssicherheit und Lebensdauer für elektrisch beheizte Durchlässe mit metallischem Durchlaßrohr zu erhöhen und die Herstellungskosten zu verringern.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Widerstandsbeheizung der Schmelze im metallischen Durchlaßrohr eines vorzugsweise für alkaliarme Gläser geeigneten Durchlasses vorzunehmen, bei der die Durchlaßrohrtemperatur die Schmelzentemperatur nicht übersteigt, Heizelemente vereinfachter Konstruktion eine hohe mechanische Stabilität aufweisen und elektrische Durchführungen im Durchlaßrohr vermieden werden.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß ein oder mehrere stabförmige Widerstandsheizelemente aus einem hitze- und korrosionsbeständigem, elektrisch leitendem Material, z. B. Wolfram, parallel zur Längsachse innerhalb des Durchlaßrohres im Abstand zur Durchlaßrohrwand in vorzugsweise einer Ebene angeordnet sind. Die Widerstandsheizelemente werden von außerhalb des Durchlaßrohres angebracht, an sich bekannten Stromzuführungen gehalten; mit diesen sind die Widerstandsheizelemente elektrisch leitend verbunden. Die wirksame Länge eines, bzw. bei mehreren, jedes stabförmigen Widerstandsheizelementes beträgt das 0,3- bis 1fache der Durchlaßrohrlänge.

Nach weiteren Merkmalen der Erfindung beträgt die Querschnittsfläche der stabförmigen Widerstandsheizelemente und deren Halterung in Strömungsrichtung im Durchlaßrohr 8% bis 12% der Querschnittsfläche des Durchlaßrohres. Die Widerstandsheizelemente besitzen einen Durchmesser von 5 mm bis 15 mm, vorzugsweise 10 mm. Sie sind im Durchlaß in Reihen- und/oder Parallelschaltung miteinander verbunden.

Weiterhin besteht das Durchlaßrohr vorteilhaft vorzugsweise aus Wolfram, ist durch Plasmaspritzen geformt und einer anschließenden Vakuumglüh- und Vakuuminterbehandlung unterzogen. Am äußeren Umfang ist eine Schutzschicht aufgebracht bzw. das Rohr ist davon umgeben, die aus Glasmehl und/oder pulverigen keramischen Massen mit Beigaben reduzierender Bestandteile besteht.

Nach anderen Merkmalen ist das oder die Widerstandsheizelemente, am der Halterung entgegengesetzten Ende, mit dem Durchlaßrohr elektrisch leitend verbunden. Dann weist der elektrische Widerstand des Durchlaßrohres zwischen der Verbindungsstelle und der Stromzuführungsstelle am Durchlaßrohr höchstens ein Drittel des elektrischen Gesamt Widerstandes des bzw. der Widerstandsheizelemente auf. In einer Variante stützt sich das bzw. die Widerstandsheizelemente elektrisch isoliert gegen die Innenwand des Durchlaßrohres ab. Schließlich betrifft ein Merkmal die Einführung der Widerstandsheizelemente in das Durchlaßrohr, die von einer oder von beiden Seiten erfolgt.

Ein derartiger Durchlaß gestattet es, auf Grund seiner konstruktiven und energetischen Vorteile, den Strömungsquerschnitt gegenüber bekannten Durchlässen zu reduzieren. Auch alkaliarme Gläser geringer Leitfähigkeit können im Durchlaß

ausreichend beheizt werden. Anfahrvorgänge und Störungen im Temperaturregime des Schmelzofens werden, den Durchlaß betreffend, sicher beherrscht, wodurch die Betriebssicherheit erhöht wird. Widerstandsheizelemente einfacher geometrischer Form und sichere, den Durchlaß nicht gefährdende Halterung und Kontaktierung verringern die Anlagenkosten und erhöhen die Lebensdauer der Anlage. Diese wird durch eine, gegenüber dem Stromdurchgang durch das Rohr niedrigere Durchlaßrohrtemperatur ebenso günstig beeinflusst.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird anhand schematischer Zeichnungen des Durchlasses beispielsweise erläutert. Es zeigen:

Fig. 1: einen vertikalen Längsschnitt des Durchlasses mit elektrisch mit dem Durchlaßrohr verbundenem Widerstandsheizelement;

Fig. 2: einen horizontalen Längsschnitt mit isolierten Widerstandsheizelementen in Reihenschaltung.

Der Durchlaß leitet die Glasschmelze aus einem Schmelzofen 1 in einen Vorherd 2 durch die Ofenwände 3; er ist nahe dem Ofenboden 4 angeordnet. Das Durchlaßrohr 5 hat — abhängig vom Durchsatz — einen Durchmesser von 60 mm bis 300 mm, bei einer Wandstärke von 3 mm bis 10 mm, und besteht vorzugsweise aus Wolfram. Andere hitze- und korrosionsbeständige Werkstoffe sind ebenso geeignet, wobei vor allem Molybdän zu nennen ist. Das Herstellungsverfahren — Plasmaspritzen, Vakuumglühen zur Beseitigung von Wasserstoff aus dem Gefüge und eine Sinterbehandlung im Vakuum oder einer geeigneten Atmosphäre — zeichnen das Durchlaßrohr 5 aus und verleihen ihm günstige Einseigenschaften bei hohen Temperaturen in korrosiven Schmelzen.

Das Durchlaßrohr 5 ist zum Schutz vor Oxidation von einer Schutzschicht 6 umgeben. Diese befindet sich als dichte Packung zwischen dem Durchlaßrohr 5 und den umgebenden Wänden oder wird auf das Durchlaßrohr 5 als gasundurchlässige Schicht nach bekannten Verfahren aufgebracht. Sie besteht aus einer Mischung von Glasmehl, SiO_2 , ZrO_2 , Al_2O_3 und gegebenenfalls Beimengungen reduzierender Bestandteile oder aus einer dieser Komponenten. Durch teilweise Kristallisation beim Erhitzen verfestigt sich dieses pulverige Gemisch unter leicht reduzierenden Bedingungen zu einer festhaftenden Schicht mit glasigem Anteil. Letzterer gewährleistet die notwendige Gasundurchlässigkeit. Es ist vorteilhaft solche reduzierenden Beimengungen zu wählen, die bei ihrer Oxidation keine gasförmigen Produkte bilden. Molybdän- oder Wolframpulver erfüllt diese Forderung in ausreichendem Maße.

Parallel zur Längsachse des Durchlaßrohres 5 ist nach Fig. 1 in diesem in der unteren Hälfte zwischen Mittelachse und Rohrwand ein Widerstandsheizelement 7 angeordnet. Seine wirksame Länge beträgt etwa 80% der Durchlaßrohrlänge — es werden Verhältnisse vom 0,3- bis 1fachen gewählt — und es werden abhängig von der erforderlichen Heizleistung und der Stablänge Durchmesser von 5 mm bis 15 mm, vorzugsweise von 10 mm, verwendet. Auch das Widerstandsheizelement 7 besteht aus Wolfram oder ähnlichem elektrisch leitendem, hitze- und korrosionsbeständigem Werkstoff. An einem Ende wird das Widerstandsheizelement 7 von einem Verbindungsstück 8 aufgenommen, welches außerhalb des Durchlaßrohres 5 mit einer Stromzuführung 9 mechanisch verbunden ist. Die Stromzuführung 9 wird mit an sich bekannten Konstruktionselementen durch den Ofenboden 4 geführt. Widerstandsheizelement 7 und Stromzuführung 9 sind elektrisch leitend verbunden.

Das andere Ende des Widerstandsheizelementes 7 ist durch den Verbindler 10 mechanisch fest und elektrisch leitend mit dem Durchlaßrohr 5 verbunden. Gleiches gilt für das in der Nähe des Befestigungsortes des Verbinders 10 angebrachte Anschlußstück 11, das wiederum mit einer Stromzuführung 9' verbunden ist. Der Widerstand des Teiles des Durchlaßrohres 5 zwischen Verbindler 10 und Anschlußstück 11 darf höchstens ein Drittel des Widerstandes des Widerstandsheizelementes 7 betragen. Eine nennenswerte Erwärmung des Durchlaßrohres 5 durch den Stromdurchgang wird so weitgehend vermieden. Das Anschlußstück 11 und die Stromzuführung 9' sind in die Schutzschicht 6 mit eingebettet.

Die Stromzuführungen 9, 9' sind an einer regelbaren Stromquelle 12 angeschlossen.

Die Querschnittsfläche des Durchlaßrohres 5 steht zur Querschnittsfläche der gesamten Heizanordnung innerhalb des Durchlaßrohres 5 in Strömungsrichtung — in Fig. 1 der Verbindler 10 und gegebenenfalls der darüber hinaus ragende Teil des Verbindungsstückes 8 — in einem vorgegebenen Verhältnis, um eine ungünstige Beeinflussung der Strömungsverhältnisse im und nach dem Durchlaß zu vermeiden. So beträgt diese Querschnittsfläche nicht mehr als 8% bis 12%.

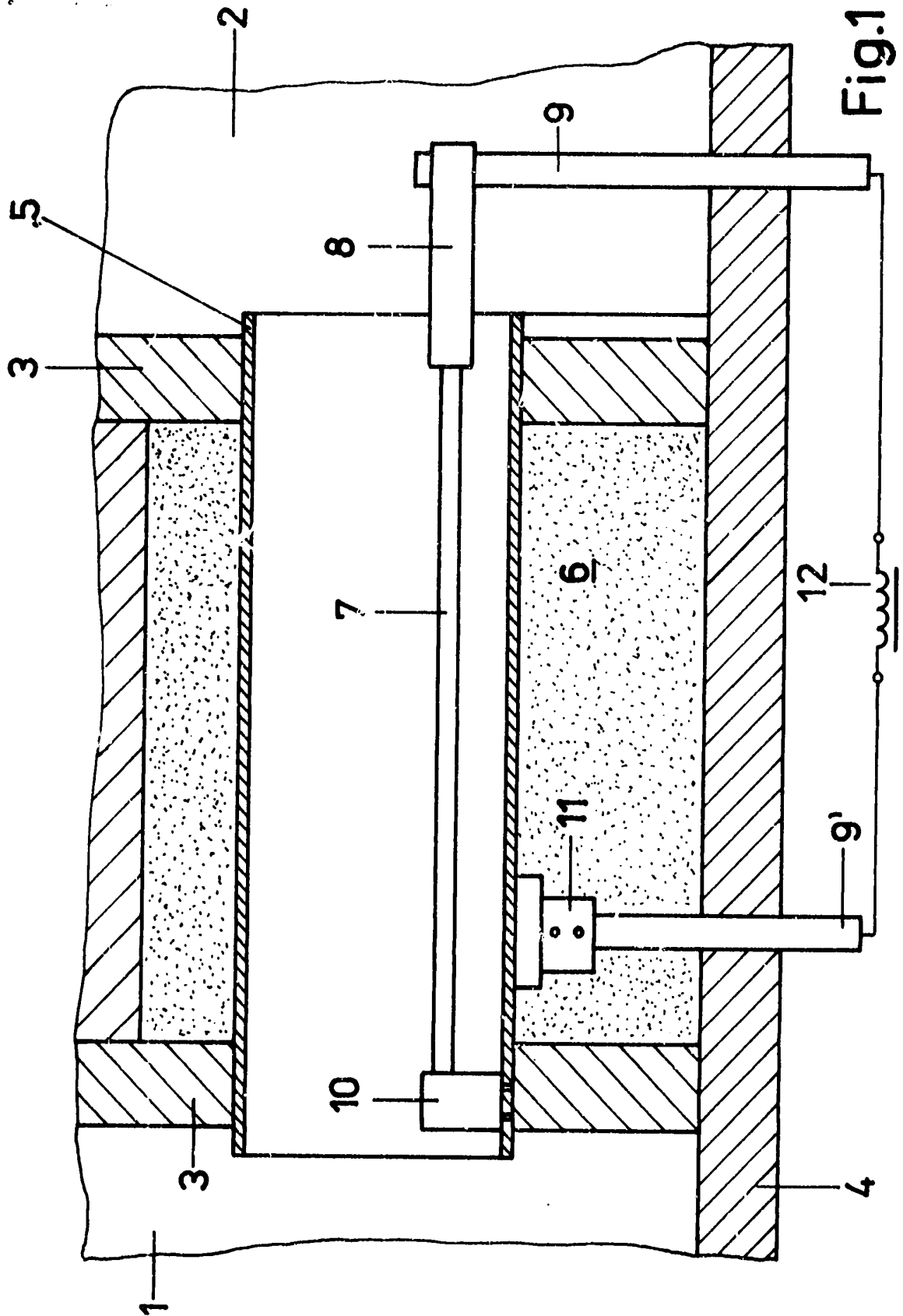
Bei dem in Fig. 2 dargestellten Durchlaß kommen wegen der erforderlichen elektrischen Leistung zwei hintereinandergeschaltete Widerstandsheizelemente 7 zur Anwendung. In anderen Varianten werden parallelgeschaltete Widerstandsheizelemente 7 oder eine kombinierte Zusammenschaltung angewendet. So ist auch eine vorteilhafte Anpassung an vorhandene Stromversorgungsanlagen realisierbar. Dabei würden die Widerstandsheizelemente 7 gegebenenfalls in mehrere Ebenen übereinander angeordnet; die Anwendung in einer Ebene wird jedoch bevorzugt.

Die Stromzuführungen 9 sind durch die Ofenwände 3 des Vorherdes 2 geführt. Breite des Vorherdes 2 oder Höhe des Durchlasses über dem Ofenboden 4 bestimmen die Art der Anbringung der Stromzuführungen 9; auch die Anbringung von oben durch den Ofenraum und die Schmelze ist anwendbar.

Innerhalb des Durchlaßrohres 5 sind die Enden der Widerstandsheizelemente 7 durch die Kontaktbrücke 13 verbunden. Die Stütze 14 hält die Kontaktbrücke 13 auf Abstand zur Durchlaßrohrwand und somit die Widerstandsheizelemente 7 parallel zur Längsachse. Sie besteht ebenfalls aus einem hitze- und korrosionsbeständigem Material und benötigt keine mechanisch feste Verbindung mit dem Durchlaßrohr 5.

Die gleichlangen Widerstandsheizelemente 7 haben jedes etwa die halbe Länge des Durchlaßrohres 5, so daß die wirksame Länge das 0,5fache der Durchlaßrohrlänge beträgt.

Der Gesamt Widerstand der Heizanordnung bestimmt sich aus der Hintereinanderschaltung der Widerstandsheizelemente 7. Bei langen Durchlässen erweist es sich als vorteilhaft, die Widerstandsheizelemente 7 von beiden Seiten in das Durchlaßrohr 5 einzuführen. Das kann sowohl in der Variante mit Stütze 14 als auch mit elektrischer Verbindung der Widerstandsheizelemente 7 zum Durchlaßrohr 5 geschehen. Die Widerstandsheizelemente 7 werden dann vorzugsweise bis zur Mitte des Durchlaßrohres 5 geführt und so der Durchlaß auf der ganzen Länge beheizt. Die Heizgruppen werden hierbei bevorzugt von getrennten Stromquellen 12 gespeist.



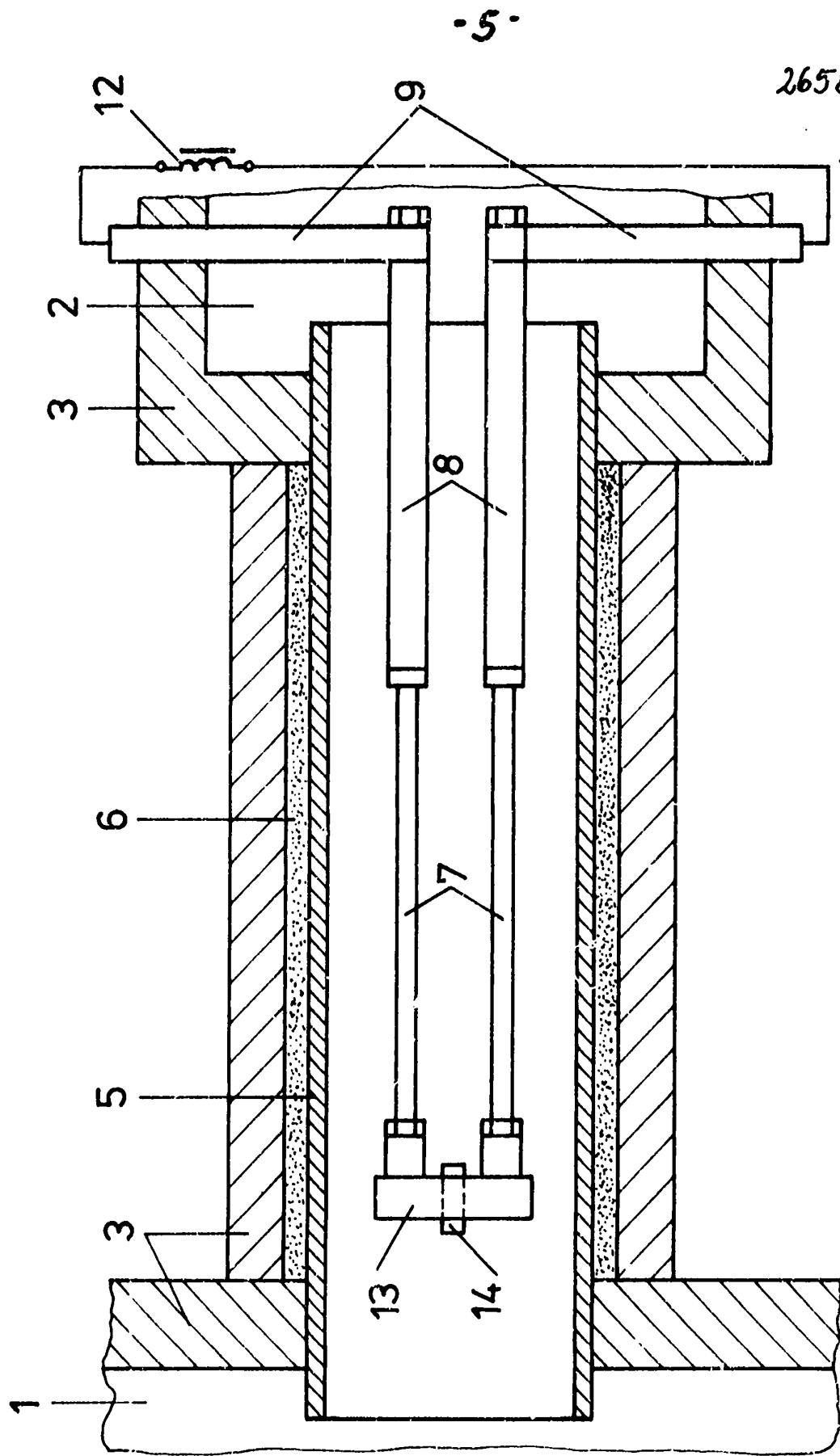


Fig.2