

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorwarneinrichtung für Durchbrüche von Metallschmelzen an keramischen Ofenfuttern von Schmelzöfen, insbesondere von Induktionsschmelzöfen mit am jeweiligen Ofenfutter, wie insbesondere an dessen Außenseite, anzuordnenden Elektroden oder Elektrodennetzwerk, wobei die Elektroden in zwei Gruppen unterschiedlicher Polarität unterteilt, in Abständen voneinander angeordnet und zur Ermittlung des elektrischen, temperaturabhängigen Widerstandes des Ofenfutters zwischen den beiden Elektrodengruppen mit einer Auswerteinheit verbindbar sind (FR-A 2427569).

Bei Schmelzöfen der erwähnten Art unterliegen die keramischen Ofenfutter im Betrieb sehr harten thermischen, chemischen und mechanischen Beanspruchungen. Es bilden sich dadurch Auswaschungen und eventuell Risse, die bei einem Induktionsschmelzofen bis zum Induktor vordringen können. Wird ein Durchdringen der flüssigen Metallschmelze zum Induktor hin nicht rechtzeitig erkannt, kann es zu erheblichen Beschädigungen des Induktionsschmelzofens und im Extremfall sogar zur explosionsartigen Entleerung des Schmelzaggregates kommen.

Um solche Defekte bei Induktionsschmelzöfen frühzeitig erkennen zu können, sind Vorwarneinrichtungen der gattungsgemäßen Art bekannt, die das Prinzip der Widerstandsmessung nutzen. Dies beruht auf der Erkenntnis, daß der elektrische Widerstand zwischen zwei beliebigen Kontaktpunkten des keramischen Ofenfutters beispielsweise an der Außenseite von der Temperatur abhängig ist, indem er mit zunehmender Temperatur erheblich sinkt, und zwar um einige Zehnerpotenzen im hochohmigen Bereich. Bahnt sich in der Wandung des Ofenfutters eine Durchbruchstelle an, findet eine örtliche Temperaturerhöhung statt, die man bei geeigneter Verteilung der Elektroden am Ofenfutter wie an seiner Außenwand über die Widerstandsmessung feststellen kann. Das Problem liegt darin, das Elektrodennetzwerk ausreichend engmaschig an der Außenseite des keramischen Ofenfutters anordnen zu können, um eine sichere Frühwarnung des sich anbahnenden Schmelzendurchbruchs erzielen zu können.

Bei einer bekannten, gattungsgemäßen Vorwarneinrichtung für einen Induktionsschmelzofen ist das Elektrodennetzwerk in Nuten auf der Außenseite eines sogenannten Fertigtiegels angeordnet, der in einen Induktionsofen als vorgefertigtes Teil eingesetzt und dort mit einer keramischen Hinterstampfmasse umgeben wird, um den notwendigen Ringspalt zur Induktorwandung hin auszufüllen. Hierbei liegt zwar das Elektrodennetzwerk in ausreichendem Abstand vor der Induktorwandung, um eine sich anbahnende Durchbruchstelle rechtzeitig signalisieren zu können, ohne daß der Induktor Schaden nimmt. In der Praxis ist jedoch der Einsatz von Fertigtiegeln sehr gering, denn überwiegend wird eine konventionelle Ofenzustellung bevorzugt, bei der das Ofenfutter am Einsatzort aus dem keramischen Material aufgebaut wird.

Bei diesem Zustellungsverfahren bestehen erhebliche Schwierigkeiten, das Elektrodennetzwerk zur Signalisation von Durchbruchstellen mit einem vertretbaren Aufwand so installieren zu können, daß eine sichere und genaue Früherkennung einer Fehlerstelle möglich ist. Man hat sich bei der konventionellen Zustellung mit der Verwendung von Stabelektroden beholfen, die in vertikaler Ausrichtung zwischen einer Wärmedämmschicht und dem Tiegelmateriale entlang dem Umfang des Tiegels angeordnet wurden, vergleiche DE-27 18 016-A1. Auch hier wird die Verringerung des elektrischen Widerstandes des zumindest teilweise ausgesinterten, keramischen Tiegelmateriale zwischen den benachbarten Elektroden infolge Temperaturerhöhung ausgewertet. Der Nachteil dieses bekannten Systems liegt in der Gefahr eines Kurzschlusses der Induktorspannung sowie einer Beeinflussung der Meßspannung über die vertikalen Elektroden bei feuchter Wärmedämmschicht, zum anderen ist die Installation und der Anschluß der Elektroden aufwendig. Bezüglich der Anzeigesicherheit zeigt das bekannte System ebenfalls Mängel, da die vordringende Metallschmelze relativ spät erkannt wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorwarneinrichtung der eingangs genannten Art zu schaffen, welche eine einfache Anbringung der Elektroden in der Außenseite des Ofenfutters ermöglicht und eine hohe Anzeigesicherheit des gesamten Systems gewährleistet.

Diese Aufgabe wird bei einer Vorwarneinrichtung der gattungsgemäßen Art nach der Erfindung dadurch gelöst, daß zumindest eine der Elektroden als Elektrodennetzwerk einseitig auf einer keramischen Folie angeordnet ist. Diese keramische Folie wird entweder mit der mit dem Elektrodennetzwerk versehenen Seite oder mit der diesem abgewandten Seite am Ofenfutter angeordnet. Im ersteren Falle hat die Folie eine niedrigere Wärmeleitfähigkeit sowie eine geringere elektrische Leitfähigkeit und im zweiten Fall eine etwa gleiche oder höhere Wärmeleitfähigkeit sowie eine etwa gleiche oder höhere elektrische Leitfähigkeit gegenüber dem keramischen Material des Ofenfutters. Grundsätzlich spielt es hierbei keine Rolle, ob nur eine der Elektroden der beiden Elektrodengruppen oder die Elektroden beider Gruppen durch das Elektrodennetzwerk gebildet werden. Entscheidend kommt es auf die Anordnung des Elektrodennetzwerkes auf der keramischen Folie an.

Wesentlich für eine erfindungsgemäße Vorwarneinrichtung ist, daß die keramische Folie mit dem aufgebrauchten Elektrodennetzwerk für den jeweiligen Einsatzfall vorgefertigt werden und unabhängig davon ver-

wendet werden kann, ob das keramische Ofenfutter in herkömmlicher Zustellung im Schmelzofen, wie einem Induktionsschmelzofen, aufgebaut oder als Fertigiegel in den Ofen eingebracht wird. Die keramische Folie mit dem integrierten Elektrodennetzwerk läßt sich leicht in äquidistanter Anordnung zur Induktorwandung bei einem Induktionsschmelzofen anbringen, wobei sie noch zusätzlich die Aufgabe als Wärmedämmschicht mit übernehmen kann. Als keramisches Folienmaterial wird vorzugsweise ein feines, filzartiges Faservlies aus keramischem Werkstoff verwendet, wie es an sich bekannt und in etwa in seinen mechanischen Eigenschaften mit einer steifen steifen Papier- oder Kartonbahn vergleichbar ist.

Nach der Erfindung wird nicht mehr im keramischen Tiegelmateriel selbst sondern von außen in das keramische Material hineingemessen, deshalb ist es wichtig, daß zum einen bei Anordnung der keramischen Folie zwischen dem Elektrodennetzwerk und der Außenseite des keramischen Ofenfutters der keramische Folienwerkstoff ein Verhalten hat, welches dem des Ofenfutters ähnlich ist. Wird hingegen zum anderen das Elektrodennetzwerk zwischen dem keramischen Folienmaterial und dem keramischen Ofenfutter angeordnet, muß der Wärmewiderstand und der elektrische Widerstand des Folienwerkstoffes höher, zweckmäßig sehr viel höher als der des Ofenfutters sein. Daraus ergibt sich, daß eine besonders vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung darin liegt, das Elektrodennetzwerk zwischen zwei solcher keramischen Folien anzuordnen, von denen die benachbart der Außenseite des Ofenfutters anzuordnende Folie eine etwa gleiche oder höhere Wärmeleitfähigkeit sowie einen niedrigeren spezifischen Widerstand und die auf der vom Ofenfutter abgewandten Seite anzuordnende Folie eine niedrigere Wärmeleitfähigkeit sowie einen höheren spezifischen Widerstand als das keramische Material des Ofenfutters haben. Die thermischen und elektrischen Isolationseigenschaften derjenigen keramischen Folie, welche die höheren Widerstandswerte hat, ermöglichen es sogar, eine separate Dämmschicht einzusparen, die bei einem Induktionsschmelzofen zwischen der Induktorwandung und dem keramischen Ofenfutter üblicherweise vorgesehen wird.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der Zeichnung an einem Ausführungsbeispiel noch näher erläutert. Dabei zeigen:

- Fig. 1 einen schematischen Längsschnitt durch einen Induktionsschmelzofen,
- Fig. 2 in vergrößerter Darstellung das Schnittbild der Ofenwandung gemäß dem Ausschnitt in Fig. 1,
- Fig. 3 die perspektivische Ansicht einer vorgefertigten, keramischen Matte als Element einer Vorwarneinrichtung für Durchbrüche von Metallschmelzen bei einem Induktionsschmelzofen nach den Figuren 1 und 2 und
- Fig. 4 die Abwicklung einer Auskleidung eines Induktionsschmelzofens mit mehreren Matten gemäß Fig. 3 einschließlich einer Darstellung der Verbindung mit der zugehörigen elektrischen Auswerteinheit.

Im einzelnen erkennt man an dem in Fig. 1 dargestellten Induktionsschmelzofen einen Schmelzraum 1, der bis auf eine obere Öffnung vollständig von einem Ofenfutter 2 umgeben wird, das aus einem sinterfähigen, keramischen Material besteht. Wie in Ergänzung Fig. 2 weiter erkennen läßt, schließt radial nach außen an das Ofenfutter 2 eine Zwischenlage 3 an, in die ein Elektrodennetzwerk 7 eingebettet ist, worauf nachstehend noch näher eingegangen werden wird. Die Zwischenlage wird weiter nach außen hin von einer Spulenausgleichsmasse 4 umgeben, hinter der weiter radial nach außen hin eine Induktionsspule 5 und ein Magnetleiter 6 in Gestalt eines Joches liegen.

Die Besonderheit eines solchen Induktionsschmelzofens liegt in der Ausbildung der Zwischenlage 3 zwischen dem keramischen Ofenfutter 2 und der Spulenausgleichsmasse 4, weil diese Zwischenlage 3 sowohl eine Dämmfunktion übernimmt als auch das erwähnte Elektrodennetzwerk 7 aufweist, welches zu einem elektrischen Überwachungssystem zur rechtzeitigen Signalisierung von Durchbrüchen von Metallschmelzen durch das keramische Ofenfutter 2 hindurch gehört. Dieses Elektrodennetzwerk 7 erstreckt sich über den gesamten Umfang entlang der Außenseite des keramischen Ofenfutters 2, wie anhand der Abwicklung gemäß Fig. 4 weiter unten noch erläutert werden wird. Die Zwischenlage 3 besteht aus einem oder mehreren vorkonfektionierten Bauteilen, was nachstehend anhand von Fig. 3 beschrieben wird.

Entlang dem Umfang des Ofenfutters 2 setzt sich die Zwischenlage 3 aus einer Mehrzahl von vorgefertigten, keramischen Matten 8 zusammen, die jeweils über die Höhe des Ofenfutters 2 reichen. Eine solche keramische Matte 8 ist in Fig. 3 wiedergegeben, es handelt sich um ein solches vorkonfektioniertes Bauteil, das an den jeweiligen Ofentyp angepaßt ist, für den es verwendet werden soll. Es weist eine innere Folie 9 und eine äußere Folie 10 auf, die beide einen beispielsweise filzartigen Aufbau aus keramischen Fasern haben. Beide Folien 9 und 10 haben etwa die Stärke und die Biegefähigkeit von Karton, sie lassen sich deshalb in ihrem Verbund der Innenrundung der Ofenwandung anpassen, die ohne Zustellung durch die Spulenausgleichsmasse 4 (Fig. 1 und 2) gebildet wird. Man kann die Folien 9 und 10 deshalb auch als ein Bahnmaterial bezeichnen, weil sie von längeren Bahnen des keramischen Werkstoffes abgelängt werden können.

Das elektrische Überwachungssystem beruht auf dem Prinzip der Widerstandsmessung des keramischen Ofenfutters 2 zwischen zwei Elektroden 11, die in einer Mehr- oder Vielzahl in einer besonderen Konfiguration das Elektrodennetzwerk 7 bilden, welches zwischen den beiden keramischen Folien 9 und 10 angeordnet ist.

Es muß also von der in Einbaulage außenseitig an dem Ofenfutter 2 anliegenden Matte 8 in das keramische Material des Ofenfutters 2 hineingemessen werden. Deshalb hat die unmittelbar an dem Ofenfutter 2 anliegende Folie 9 elektrische Leiteigenschaften und Wärmeleiteigenschaften, die denjenigen des Ofenfutters 2 entsprechen oder wenigstens ähnlich sind. Die in Einbaulage vom Ofenfutter 2 abliegende, äußere Folie 10 hat dagegen Dämmeigenschaften, sie weist also eine sehr viel geringere elektrische Leitfähigkeit und Wärmeleitfähigkeit als die innere Folie 9 auf. Die jeweils erforderlichen spezifischen Widerstände der Folien 9 und 10 in Relation zu dem keramischen Material des Ofenfutters 2 können durch geeignete Zuschläge eingestellt werden, die dem keramischen Werkstoff der Folien 9 und 10 beigegeben werden.

Die Elektroden 11 des Elektrodennetzwerkes 7 bestehen aus einem Material, das eine hohe Temperaturwechselbeständigkeit, eine hohe Warmfestigkeit und gute Korrosionsbeständigkeit hat; hierfür kommen austenitische Elektrodendrähte in Betracht. Die Elektroden 11 sind einer ersten Gruppe 12 und einer zweiten Gruppe 13 zugeordnet, wobei die Elektroden 11, die einander benachbart liegen, zu den verschiedenen Gruppen 12 und 13 gehören und relativ zueinander äquidistant angeordnet sind. Deshalb bilden die Elektroden 11 der beiden Gruppen 12 und 13 einander gegenständige kammartige Gebilde, die in Richtung der Kammzähne ineinandergreifen, so daß jeweils eine Elektrode 11 der einen Gruppe 12 Elektroden 11 der anderen Gruppe 13 benachbart ist. Dieses gesamte Elektrodennetzwerk 7 befindet sich zwischen den beiden Folien 9 und 10, die in geeigneter Weise miteinander verbunden sind, wodurch zugleich das Elektrodennetzwerk 7 fixiert ist. Auf der Matte 8 sind an geeigneter Stelle Zuleitungen 14 und 15 herausgeführt, die mit je einer der Elektrodengruppen 12 und 13 verbunden sind, die im Betrieb mit voneinander verschiedenen Polaritäten beaufschlagt werden.

Wie Fig. 4 veranschaulicht, werden in Umfangsrichtung um das Ofenfutter 2 herum mehrere der keramischen Matten 8, beispielsweise 5, angeordnet. In der Praxis werden die Matten 8 entlang der durch die keramische Ausstreichmasse 4 gebildete Innenwandung des Induktors als Zwischenlage 3 (Fig. 1 und 2) vor der Zustellung des Ofenfutters 2 verlegt. In Fig. 4 ist die zu überwachende, von den Matten 8 also zu überdeckende Höhe des Ofenfutters mit dem Pfeil A und der entsprechende Umfang mit dem Pfeil B gekennzeichnet. Damit für jede der Matten 8 partiell eine Durchbruchüberwachung möglich ist, ist die jeweilige eine Zuleitung einer Matte 8 mit einem separaten Eingang einer Auswerteinheit 16 elektrisch verbunden, während die übrigen Zuleitungen der Matten 8 an einem Basispotential liegen. Jede dieser Matten 8 bildet ein Überwachungssegment für sich, so daß entlang dem Umfang des Ofenfutters ein sich anbahnender Schmelzendurchbruch zonen- oder segmentbezogen von der Auswerteinheit 16 angezeigt werden kann. Damit ist eine Lokalisierung des sich anbahnenden Fehlerfalles möglich. Anders als beim dargestellten Ausführungsbeispiel können die Matten 8 auch in Höhenrichtung gegeneinander abgeteilt sein, wenn eine Lokalisierung der sich anbahnenden Fehlerstelle in Höhenrichtung des Ofenfutters gewünscht wird.

Über die Auswerteinheit 16 werden die beiden Gruppen 12, 13 des Elektrodennetzwerkes 7 (Fig. 3) mit einer sinusförmigen Wechselspannung beaufschlagt, deren Frequenz zwischen 20 und 30 Hz liegt. Dieser Frequenzbereich hat sich mit Rücksicht auf die übliche Netzfrequenz von 50 Hz und die Frequenzen, mit denen der Induktor eines Induktionsschmelzofens betrieben wird, als diejenige erwiesen, bei der die geringsten Störungen infolge von Oberwellen-, Streueffekten und Schaltüberspannungen auftreten. Das hängt zusätzlich mit der Komplexität der elektrischen Widerstände zusammen, die zwischen den Elektroden 11 der beiden Gruppen 12 und 13 des Elektrodennetzwerkes 7 liegen und die eine kapazitive Komponente haben, welche mit durch die jeweilige Matte 8 bedingt ist, in die das betreffende Elektrodennetzwerk 7 eingebettet ist. Durch eine Meßgleichspannung hervorgerufene Fehlanzeigen, die durch Polarisationserscheinungen im Material des Ofenfutters bedingt sind, werden durch die genannte Meßwechselspannung vermieden.

Patentansprüche

1. Vorwarneinrichtung für Durchbrüche von Metallschmelzen an keramischen Ofenfuttern von Schmelzöfen, insbesondere von Induktionsschmelzöfen am jeweiligen Ofenfutter (2) anzuordnenden Elektroden (11), die in zwei Gruppen (12, 13) unterschiedlicher Polarität unterteilt sind, welche in Abständen voneinander angeordnet sind und die zur Ermittlung des elektrischen, temperaturabhängigen Widerstandes des Ofenfutters (2) zwischen den beiden Elektrodengruppen (12, 13) mit einer Auswerteinheit (16) verbindbar sind, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest eine der Elektroden als Elektrodennetzwerk (7) einseitig auf einer keramischen Folie (9, 10) angeordnet ist, die entweder mit der mit dem Elektrodennetzwerk (7) versehenen Seite oder mit der diesem abgewandten Seite am Ofenfutter (2) anzuordnen ist, wobei die Folie (9, 10) im ersten Fall eine niedrigere Wärmeleitfähigkeit sowie eine geringere elektrische Leitfähigkeit und im zweiten Fall eine etwa



Es muß also von der in Einbaulage außenseitig an dem Ofenfutter 2 anliegenden Matte 8 in das keramische Material des Ofenfutters 2 hineingemessen werden. Deshalb hat die unmittelbar an dem Ofenfutter 2 anliegende Folie 9 elektrische Leiteigenschaften und Wärmeleiteigenschaften, die denjenigen des Ofenfutters 2 entsprechen oder wenigstens ähnlich sind. Die in Einbaulage vom Ofenfutter 2 abliegende, äußere Folie 10 hat dagegen Dämmeigenschaften, sie weist also eine sehr viel geringere elektrische Leitfähigkeit und Wärmeleitfähigkeit als die innere Folie 9 auf. Die jeweils erforderlichen spezifischen Widerstände der Folien 9 und 10 in Relation zu dem keramischen Material des Ofenfutters 2 können durch geeignete Zuschläge eingestellt werden, die dem keramischen Werkstoff der Folien 9 und 10 beigegeben werden.

Die Elektroden 11 des Elektrodennetzwerkes 7 bestehen aus einem Material, das eine hohe Temperaturwechselbeständigkeit, eine hohe Warmfestigkeit und gute Korrosionsbeständigkeit hat; hierfür kommen austenitische Elektrodenröhren in Betracht. Die Elektroden 11 sind einer ersten Gruppe 12 und einer zweiten Gruppe 13 zugeordnet, wobei die Elektroden 11, die einander benachbart liegen, zu den verschiedenen Gruppen 12 und 13 gehören und relativ zueinander äquidistant angeordnet sind. Deshalb bilden die Elektroden 11 der beiden Gruppen 12 und 13 einander gegenständige kammartige Gebilde, die in Richtung der Kammzähne ineinandergreifen, so daß jeweils eine Elektrode 11 der einen Gruppe 12 Elektroden 11 der anderen Gruppe 13 benachbart ist. Dieses gesamte Elektrodennetzwerk 7 befindet sich zwischen den beiden Folien 9 und 10, die in geeigneter Weise miteinander verbunden sind, wodurch zugleich das Elektrodennetzwerk 7 fixiert ist. Auf der Matte 8 sind an geeigneter Stelle Zuleitungen 14 und 15 herausgeführt, die mit je einer der Elektrodengruppen 12 und 13 verbunden sind, die im Betrieb mit voneinander verschiedenen Polaritäten beaufschlagt werden.

Wie Fig. 4 veranschaulicht, werden in Umfangsrichtung um das Ofenfutter 2 herum mehrere der keramischen Matten 8, beispielsweise 5, angeordnet. In der Praxis werden die Matten 8 entlang der durch die keramische Ausstreichmasse 4 gebildete Innenwandung des Induktors als Zwischenlage 3 (Fig. 1 und 2) vor der Zustellung des Ofenfutters 2 verlegt. In Fig. 4 ist die zu überwachende, von den Matten 8 also zu überdeckende Höhe des Ofenfutters mit dem Pfeil A und der entsprechende Umfang mit dem Pfeil B gekennzeichnet. Damit für jede der Matten 8 partiell eine Durchbruchüberwachung möglich ist, ist die jeweilige eine Zuleitung einer Matte 8 mit einem separaten Eingang einer Auswerteinheit 16 elektrisch verbunden, während die übrigen Zuleitungen der Matten 8 an einem Basispotential liegen. Jede dieser Matten 8 bildet ein Überwachungssegment für sich, so daß entlang dem Umfang des Ofenfutters ein sich anbahnender Schmelzendurchbruch zonen- oder segmentbezogen von der Auswerteinheit 16 angezeigt werden kann. Damit ist eine Lokalisierung des sich anbahnenden Fehlerfalles möglich. Anders als beim dargestellten Ausführungsbeispiel können die Matten 8 auch in Höhenrichtung gegeneinander abgeteilt sein, wenn eine Lokalisierung der sich anbahnenden Fehlerstelle in Höhenrichtung des Ofenfutters gewünscht wird.

Über die Auswerteinheit 16 werden die beiden Gruppen 12, 13 des Elektrodennetzwerkes 7 (Fig. 3) mit einer sinusförmigen Wechselspannung beaufschlagt, deren Frequenz zwischen 20 und 30 Hz liegt. Dieser Frequenzbereich hat sich mit Rücksicht auf die übliche Netzfrequenz von 50 Hz und die Frequenzen, mit denen der Induktor eines Induktionsschmelzofens betrieben wird, als diejenige erwiesen, bei der die geringsten Störungen infolge von Oberwellen-, Streueffekten und Schaltüberspannungen auftreten. Das hängt zusätzlich mit der Komplexität der elektrischen Widerstände zusammen, die zwischen den Elektroden 11 der beiden Gruppen 12 und 13 des Elektrodennetzwerkes 7 liegen und die eine kapazitive Komponente haben, welche mit durch die jeweilige Matte 8 bedingt ist, in die das betreffende Elektrodennetzwerk 7 eingebettet ist. Durch eine Meßgleichspannung hervorgerufene Fehlanzeigen, die durch Polarisationserscheinungen im Material des Ofenfutters bedingt sind, werden durch die genannte Meßwechselspannung vermieden.

Patentansprüche

1. Vorwarneinrichtung für Durchbrüche von Metallschmelzen an keramischen Ofenfuttern von Schmelzöfen, insbesondere von Induktionsschmelzöfen am jeweiligen Ofenfutter (2) anzuordnenden Elektroden (11), die in zwei Gruppen (12, 13) unterschiedlicher Polarität unterteilt sind, welche in Abständen voneinander angeordnet sind und die zur Ermittlung des elektrischen, temperaturabhängigen Widerstandes des Ofenfutters (2) zwischen den beiden Elektrodengruppen (12, 13) mit einer Auswerteinheit (16) verbindbar sind, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest eine der Elektroden als Elektrodennetzwerk (7) einseitig auf einer keramischen Folie (9, 10) angeordnet ist, die entweder mit der mit dem Elektrodennetzwerk (7) versehenen Seite oder mit der diesem abgewandten Seite am Ofenfutter (2) anzuordnen ist, wobei die Folie (9, 10) im ersten Fall eine niedrigere Wärmeleitfähigkeit sowie eine geringere elektrische Leitfähigkeit und im zweiten Fall eine etwa



gleiche oder höhere Wärmeleitfähigkeit sowie eine etwa gleiche oder höhere elektrische Leitfähigkeit gegenüber dem keramischen Material des Ofenfutters (2) hat.

- 5 2. Vorwarneinrichtung für Durchbrüche von Metallschmelzen an keramischen Ofenfuttern von Schmelz-
öfen, insbesondere von Induktionsschmelzöfen mit einem auf die Außenseite des jeweiligen Ofenfutters
anzuordnenden Netzwerk von Elektroden, die in zwei Gruppen unterschiedlicher Polarität unterteilt sind,
welche in Abständen voneinander angeordnet sind und die zur Ermittlung des elektrischen, temperaturab-
hängigen Widerstandes des Ofenfutters zwischen den beiden Elektrodengruppen mit einer Auswertein-
heit verbindbar sind,
10 dadurch gekennzeichnet,
daß das Elektrodennetzwerk (7) einseitig auf einer keramischen Folie (9, 10) angeordnet ist, die entweder
mit der mit dem Elektrodennetzwerk (7) versehenen Seite oder mit der diesem abgewandten Seite an der
Außenseite des Ofenfutters (2) anzuordnen ist, wobei die Folie (9, 10) im ersten Fall eine niedrigere Wär-
meleitfähigkeit sowie eine geringere elektrische Leitfähigkeit und im zweiten Fall eine etwa gleiche oder
15 höhere Wärmeleitfähigkeit sowie eine etwa gleiche oder höhere elektrische Leitfähigkeit gegenüber dem
keramischen Material des Ofenfutters hat.
3. Vorwarneinrichtung nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
20 daß die keramische Folie (9, 10) bei Anordnung mit dem Elektrodennetzwerk (7) benachbart der Außen-
seite des Ofenfutters (2) einen niedrigeren spezifischen elektrischen Widerstand und bei Anordnung mit
dem Elektrodennetzwerk (7) auf der dem Ofenfutter (2) abgewandten Seite einen höheren spezifischen
elektrischen Widerstand als das keramische Material des Ofenfutters (2) hat.
4. Vorwarneinrichtung nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
25 daß das Elektrodennetzwerk (7) zwischen zwei keramischen Folien (9, 10) angeordnet ist, von denen die
benachbart der Außenseite des Ofenfutters (2) anzuordnende Folie (9) eine etwa gleiche oder höhere
Wärmeleitfähigkeit sowie einen niedrigeren spezifischen Widerstand und die auf der vom Ofenfutter (2)
abgewandten Seite anzuordnende Folie (10) eine niedrigere Wärmeleitfähigkeit sowie einen höheren spe-
30 zifischen Widerstand als das keramische Material des Ofenfutters (2) hat.
5. Vorwarneinrichtung nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
35 daß die beiden keramischen Folien (9, 10) mit dem dazwischen angeordneten Elektrodennetzwerk (7)
zu einer vorgefertigten, keramischen Matte (8) mit herausgeführten Anschlußleitungen (14, 15) einbau-
fertig zusammengefügt sind.
6. Vorwarneinrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 5,
dadurch gekennzeichnet,
40 daß mehrere keramische Folien (9, 10) oder keramische Matten (8) in Umfangs- und/oder in Höhenrich-
tung des betreffenden Ofenfutters (2) vorgesehen werden, die je für sich mit der Auswerteinheit (16)
zwecks getrennter Überwachung verbindbar sind.
7. Vorwarneinrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 6,
dadurch gekennzeichnet,
45 daß die beiden Gruppen (12, 13) der Elektroden- bzw. der Elektrodennetzwerke (7) Wechselspannung
beaufschlagt werden.
8. Vorwarneinrichtung nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
50 daß die beiden Gruppe (12, 13) der Elektrodennetzwerke (7) einer Folie (9, 10) oder Matte (8) mit einer
sinusförmigen Wechselspannung beaufschlagt werden, deren Frequenz zwischen 20 und 30 Hz liegt.
9. Vorwarneinrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 8,
dadurch gekennzeichnet,
55 daß die Elektroden (11) einer Gruppe (12, 13) eine Kammform haben und beide Elektrodengruppen (12,
13) mit den in Richtung der Kammzähne angeordneten Elektroden (11) einander abwechselnd sowie äqui-
distant ineinandergreifend angeordnet sind.



10. Vorwarneinrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 8,
dadurch gekennzeichnet,
daß die eine der Elektroden durch das Elektrodennetzwerk (7) und die andere Elektrode durch die Schmelze gebildet wird.

5

Claims

1. Early warning system for detecting molten metal breakthrough on the ceramic furnace linings of smelting furnaces, more particularly of induction smelting furnaces with electrodes (11) which are to be mounted on the relevant furnace lining (2) wherein the electrodes are divided into two groups (12,13) of different polarity which are arranged at intervals from each other and which are connectable with an evaluator unit (16) to determine the electrical temperature-dependent resistance of the furnace lining (2) between the two groups of electrodes (12,13), characterised in that at least one of the electrodes is mounted as the electrode network (7) on one side on a ceramic foil (9,10) which is to be mounted on the furnace lining (2) either with the side having the electrode network (7) or with the side remote from same, wherein the foil (9,10) has in the first instance a lower heat conductivity and a lower electrical conductivity and in the second instance roughly the same or higher heat conductivity and roughly the same or higher electrical conductivity compared with the ceramic material of the furnace lining (2).
2. Early warning system for molten metal breakthrough on the ceramic furnace linings of smelting furnaces, more particularly of induction smelting furnaces with a network of electrodes to be mounted on the outside of the relevant furnace lining wherein the electrodes are divided into two groups of different polarity which are set spaced from each other and are connectable with an evaluator unit to detect the electrical temperature-dependent resistance of the furnace lining, characterised in that the electrode network (7) is mounted on one side on a ceramic foil (9,10) which is to be mounted on the outside of the furnace lining either with the side having the electrode network (7) or with the side remote from same, wherein the foil (9,10) has in the first instance a lower heat conductivity and a lower electrical conductivity and in the second instance roughly the same or higher heat conductivity and roughly the same or higher electrical conductivity compared to the ceramic material of the furnace lining.
3. Early warning system according to claim 1 or 2 characterised in that the ceramic foil (9,10) when mounted with the electrode network (7) adjoining the outside of the furnace lining (2) has a lower specific electrical resistance than the ceramic material of the furnace lining (2) and when mounted with the electrode network (7) on the side remote from the furnace lining (2) has a higher specific electrical resistance than said ceramic material.
4. Early warning system according to claim 3, characterised in that the electrode network (7) is mounted between two ceramic foils (9,10) of which the foil (9) to be mounted adjoining the outside of the furnace lining (2) has roughly the same or higher heat conductivity and a lower specific resistance than the ceramic material of the furnace lining (2) and the foil (10) to be mounted on the side remote from the furnace lining (2) has a lower heat conductivity and a higher specific resistance than the said ceramic material.
5. Early warning system according to claim 4 characterised in that the two ceramic foils (9,10) are combined with the electrode network (7) inbetween into one prefabricated ceramic mat (8) with extended connecting pipes (14,15) ready for installation.
6. Early warning system according to one of claims 1 to 5 characterised in that several ceramic foils (9,10) or ceramic mats (8) are provided in the circumferential and/or vertical direction of the relevant furnace lining (2) and are each connectable per se with the evaluator unit (16) for the purpose of separate monitoring.
7. Early warning system according to one of claims 1 to 6 characterised in that

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55



the two groups (12,13) of electrodes or electrode networks (7) are biased with alternating voltage.

8. Early warning system according to claim 7
characterised in that the two groups (12,13) of the electrode networks (7) of a foil (9,10) or mat (8) are
biased with a sinusoidal alternating voltage whose frequency is between 20 and 30 Hz.
9. Early warning system according to one of claims 1 to 8
characterised in that the electrodes (11) of one group (12,13) are comb shape and both electrode groups
(12,13) are mounted with the electrodes (11) arranged in the direction of the comb teeth engaging alter-
nately with each other at equidistant intervals.
10. Early warning system according to one of claims 1 to 8
characterised in that one of the electrodes is formed by the electrode network (7) and the other electrode
is formed by the melt.

Revendications

1. Dispositif d'avertissement d'irruption de bain de fusion dans des revêtements céramiques de fours, tout particulièrement de fours de fusion à induction avec des électrodes (11) équipant le revêtement de four (2) et divisées en deux groupes de polarité différente (12, 13), disposés à intervalle et pouvant être raccordés à une unité d'évaluation (16) aux fins de détermination de la résistance électrique, dépendante de la température du revêtement de four (2) entre les deux groupes d'électrodes (12, 13), caractérisé en ce que
au moins l'une des électrodes, en tant que réseau d'électrodes (7), est disposée monolatéralement sur une feuille céramique qui doit être disposée sur le revêtement du four (2) soit avec la face pourvue du réseau d'électrodes (7) soit avec la face opposée à celui-ci, la feuille ayant, dans le premier cas, une conductibilité thermique et une conductibilité électrique plus faibles que celles de la matière céramique du revêtement de four (2) et, dans le deuxième cas, une conductibilité thermique et une conductibilité électrique à peu près égales ou plus élevées que celles du matériau céramique du revêtement du four (2).
2. Dispositif d'avertissement d'irruption de bain de fusion dans des revêtements céramiques de fours de fusion, particulièrement de fours de fusion à induction, avec un réseau d'électrodes à disposer sur le côté extérieur du revêtement de four concerné, ces électrodes étant divisées en deux groupes de polarité différente et les groupes, disposés à intervalle l'un de l'autre, pouvant être reliés à une unité d'évaluation aux fins de détermination de la résistance électrique du revêtement du four, dépendante de la température, entre les deux groupes d'électrodes, caractérisé en ce que
le réseau d'électrodes (7) est disposé, monolatéralement, sur une feuille céramique (9, 10) qui est installée sur le côté extérieur du revêtement du four (2) soit avec la face pourvue du réseau d'électrodes (7) soit avec la face opposée à celui-ci, la feuille (9, 10) présentant, dans le premier cas une conductibilité thermique et une conductibilité électrique plus faibles que celles de la matière céramique du revêtement du four et, dans le deuxième cas, une conductibilité thermique et une conductibilité électrique à peu près égales ou plus élevées que celles de la matière céramique du revêtement du four.
3. Dispositif d'avertissement selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que
la feuille céramique (9, 10) présente une résistance électrique, spécifique plus faible que celle de la matière céramique du revêtement du four (2) en cas de disposition du réseau d'électrodes (7) sur le côté extérieur du revêtement du four (2) et une résistance électrique, spécifique plus élevée que celle de la matière céramique du revêtement du four (2) en cas de disposition du réseau d'électrodes (7) sur le côté détourné du revêtement du four (2).
4. Dispositif d'avertissement selon la revendication 3, caractérisé en ce que
le réseau d'électrodes (7) est disposé entre deux feuilles céramiques (9, 10), dont celle (9) voisine du côté extérieur du revêtement du four (2) présente une conductibilité thermique à peu près égale ou supérieure et une résistance spécifique plus faible, que celles de la matière céramique du revêtement du four (2), tandis que la feuille (10) disposée sur le côté détourné du revêtement de four (2), possède une



conductibilité thermique plus faible et une résistance spécifique plus élevée que la matière céramique du revêtement du four (2).

- 5 **5.** Dispositif d'avertissement selon la revendication 4,
caractérisé en ce que
les deux feuilles céramiques (9, 10), avec le réseau d'électrodes (7) disposé entre elles, sont réunies en
une plaque céramique (8) préfabriquée, avec conduites de raccordement (14, 15), prête au montage.
- 10 **6.** Dispositif d'avertissement selon l'une des revendications à à 5,
caractérisé en ce que
plusieurs feuilles céramiques (9, 10) ou plaques céramiques (8) sont prévues dans le sens du pourtour
et/ou de la hauteur du revêtement de four (2) concerné et peuvent être reliées, chacune séparément, à
l'unité d'évaluation (16) aux fins de contrôle individuel.
- 15 **7.** Dispositif d'avertissement selon l'une des revendications 1 à 6,
caractérisé en ce que
les deux groupes (12, 13) d'électrodes ou de réseaux d'électrodes (7) sont soumis à une tension alter-
native.
- 20 **8.** Dispositif d'avertissement selon la revendication 7,
caractérisé en ce que
les deux groupes (12, 13) des réseaux d'électrodes (7) soumettent une feuille (9, 10) ou une plaque (8)
à une tension alternative sinusoïdale, dont la fréquence est située entre 20 et 30 Hz.
- 25 **9.** Dispositif d'avertissement selon l'une des revendications 1 à 8,
caractérisé en ce que
les électrodes (11) d'un groupe (12, 13) présentent la forme d'un peigne et que les deux groupes d'élec-
trodes (12, 13) sont disposés de manière à s'engager l'un dans l'autre, alternativement et étant équidis-
tants, les électrodes étant disposées dans le sens des dents de peigne.
- 30 **10.** Dispositif d'avertissement selon l'une des revendications 1 à 8,
caractérisé en ce que
l'une des électrodes est formée par le réseau d'électrodes (7) et l'autre électrode par les bains de fusion.
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55