

Prüfungsarbeit des Bewerbers
(Prüfungsaufgabe A/1990 Elektrotechnik/Mechanik)

Ansprüche

1. Vorrichtung zum Überziehen von Gegenständen mit einem Überzugsmetall, insbesondere Zink, bestehend aus einem feuerfesten Tiegel (1) und mindestens einem mit dem Tiegel (1) in Verbindung stehenden Heizkanal (2, 2a, 2b, 2c), in dem das Überzugsmetall zirkulieren kann sowie mindestens einer, in den Wandungen (3) des Heizkanals (2, 2a, 2b) angeordneten Wicklung (10), die von einem geschlossenen Kern (6), insbesondere Eisenkern, durchgriffen wird, dadurch gekennzeichnet, daß der Heizkanal (2, 2a, 2b, 2c) unterhalb des Tiegels (1) angeordnet ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im Bereich des tiefsten Punktes des Heizkanals (2, 2a, 2b, 2c) ein entfernbare Stopfen (25) angeordnet ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel (10, 2, 2a, 2b, 2c) zu einem richtungsorientierten Durchfluß des Überzugsmetalls durch den Heizkanal (2, 2a, 2b) vorgesehen sind.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel (10) mehrere nach Art eines Stators eines Elektromotors angeordnete Wicklungen (10) zur Erzeugung eines Drehfeldes sind.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß als Wicklung (10) zum Erhitzen des Überzugsmetalls und als Wicklung (10) zur Erzeugung eines Drehfeldes dieselben Wicklungen (10) dienen.
6. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel (2) so ausgebildet sind, daß die Querschnittsfläche von einem Kanalende zum anderen insbesondere linear zunimmt.
7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Querschnittsfläche des Kanals (2, 2a, 2b) über die Länge des Kanals etwa konstant bleibt oder leicht zunimmt und dessen Breite parallel zur Kernachse gemessen vom Boden des Tiegels (1) zum tiefsten Punkt des Kanals (2, 2a, 2b) etwa linear abnimmt, wobei der Kanalquerschnitt am tiefsten Punkt etwa quadratisch, zum Tiegel (1) hin aber länglich ist.
8. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei, vorzugsweise einen gemeinsamen inneren Kanalarml aufweisende Kanäle (2a, 2b) vorgesehen sind.

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das geschmolzene Überzugsmetall mittels eines thermostatischen Regelkreises auf einer vorgegebenen Soll-Betriebstemperatur gehalten wird.
10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Wicklungen (10) von Mitteln zur Kühlung umgeben sind.

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Überziehen von Gegenständen wie Zaunpfosten oder Kraftfahrzeugkarosserien mit einem Überzugsmetall, insbesondere Zink, bestehend aus einem feuerfesten Tiegel zum Eintauchen der zu behandelnden Gegenstände und mindestens einem, mit dem Tiegel (1) in Verbindung stehenden Heizkanal, der so geformt ist, daß das Überzugsmetall darin zirkulieren kann, sowie mindestens einer, in den Wandungen (3) des Heizkanals (2, 2a, 2b) angeordneten Wicklung zur induktiven Erwärmung des Überzugsmetalls, die von einem geschlossenen Kern durchgriffen wird.

Solche Vorrichtungen sind als Verzinkungsbäder bekannt.

Das herkömmliche Verzinkungsbad besteht aus einem Mehrzweckofen zum Schmelzen von Metall, beispielsweise einem feuerfesten Tiegel oder Behälter, in dem das feste, kalte Metall durch eine in der Regel unter dem Tiegel angebrachte Gasheizung erhitzt wird; sobald das Zink flüssig und das Bad einsatzbereit ist, muß das Gas abgeschaltet werden, da bei der Beschichtung Schlacke, Oxid und sonstige Verunreinigungen entstehen, die auf den Boden des Bades sinken. Würde das Bad während des Eintauchvorgangs erhitzt, so würden diese Verunreinigungen durch Konvektion in den Tauchbereich aufsteigen. Es ist daher wichtig, den unteren Teil des Bades von Turbulenzen freizuhalten, damit sich die Verunreinigungen dort ablagern können.

Das herkömmliche Bad hat den Nachteil, daß der Beschichtungsvorgang in regelmäßigen Abständen unterbrochen werden muß; erstens muß das Zink, das mit der Zeit natürlich abkühlt, wieder erhitzt werden, und zweitens müssen die Verunreinigungen entfernt werden, bzw. sie müssen sich nach dem Erhitzen erneut absetzen können.

Ein weiteres bekanntes Bad, das mit einer Induktionsheizung arbeitet, ist in Dokument I dargestellt.

Bei der Erhitzung durch Induktion wird das Zink einem starken magnetischen Wechselfeld ausgesetzt, indem Strom durch eine elektromagnetische Wicklung geführt wird, die einen Teil des Bades umgibt; durch dieses Feld werden im Zink elektrische Wirbelströme induziert, die es erwärmen. Die elektromagnetische Wicklung kann als Primärwicklung eines Transformators betrachtet werden, wobei das geschmolzene Metall eine kurzgeschlossene Sekundärwicklung darstellt. Die "Sekundärwicklung" hat einen endlichen Widerstand und wird durch den Strom erhitzt.

Durch Induktionsheizung wird das Metall unmittelbar erhitzt; dadurch kann seine Temperatur genau gesteuert werden. Da die Induktionsheizung gemäß Dokument I seitlich am Behälter angebracht ist, bleiben die Verunreinigungen weitgehend ungestört.

Das Bad nach Dokument I stellt zwar einen großen Fortschritt gegenüber dem herkömmlichen Bad dar, weist aber in der Anlaufphase bestimmte Nachteile auf. Die so angebrachte und konstruierte Heizung kann aber festes, kaltes Zink nicht ohne weiteres zum Schmelzen bringen; der Behälter muß zunächst bis zu einer Höhe einschließlich der Heizungskanäle mit geschmolzenem Zink beschickt werden, und selbst dann kann später hinzugegebenes festes Zink aufgrund der geringen Konvektion in den relativ langen Kanälen, die die Heizung mit dem Behälter verbinden, nicht innerhalb einer angemessenen Zeitspanne geschmolzen werden. Es bedarf daher eines weiteren Ofens, um das Zink zu schmelzen, damit das Bad voll beschickt werden kann. Die Kanäle müssen zu Beginn frei von festem Zink gehalten werden, das die Konvektion während der Anlaufphase verlangsamen könnte, und nach Beendigung des Vorgangs muß das geschmolzene Zink durch Entfernen der in Fig. 2 von Dokument I dargestellten Stopfen abgelassen werden, da sonst das Wiederaufahren durch das erstarrte Zink länger dauern würde. Da das erhitzte Zink durch die Heizung in den oberen Teil des Bades gelangt und kaum eine Konvektion stattfindet, liegt ein beträchtliches Temperaturgefälle vor, das die Qualität der beschichteten Produkte beeinträchtigen kann.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, einerseits eine gleichmäßige Temperaturverteilung im gesamten Tauchbereich des Tiegels zu erzielen und andererseits gleichzeitig die Turbulenzen im Tauchbereich so gering zu halten, daß Verunreinigungen ferngehalten werden.

Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, daß der Heizkanal unterhalb des Tiegels angeordnet wird.

Diese Lösung hat den Vorteil, daß der gesamte Inhalt des Tiegels mit dem oder den Heizkanälen in Verbindung steht und so alles darin befindliche Metall geschmolzen wird. Das Metall kann daher zum Füllen oder Wiederauffüllen auch in Pulverform beigegeben werden. Ein weiterer Vorteil ist, daß infolge der gleichmäßigen Temperatur im Tauchbereich des Tiegels eine bessere Qualität der zu überziehenden Gegenstände erzielt wird.

Vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

So hat ein entfernbarer Stopfen gemäß Anspruch 2 den Vorteil, daß geschmolzenes Metall und/oder Verunreinigungen abgelassen werden können. Wird die Induktionsheizung in regelmäßigen Abständen abgeschaltet, so können sich die Verunreinigungen absetzen und abgelassen werden. Es liegt auf der Hand, daß sich ohne einen solchen Stopfen die Verunreinigungen leicht im Kanal ansammeln und den Fluß behindern können.

Beim Ablassen der Verunreinigungen braucht jedoch nicht unbedingt der gesamte Tiegelinhalt abgelassen zu werden.

Mittel zum Erzeugen eines richtungsorientierten Durchflusses des Überzugsmetalls durch den oder die Heizkanäle gemäß Anspruch 3 haben den Vorteil, daß bei möglichst geringer Durchflußgeschwindigkeit, die turbulenzmindernd wirkt, eine ständige Erhitzung des jeweils kälteren Überzugsmetalls erreicht wird.

Bei der Verwendung mehrerer Wicklungen zur Erzeugung eines Drehfeldes gemäß Anspruch 4 ist eine Steuerung der Konvektionsgeschwindigkeit auf eine besonders vorteilhafte Art möglich. Werden die Wicklungen einer Induktionsheizung so angeordnet, daß sie sich auf vorgegebene Weise überlappen, so kann ein magnetisches Drehfeld erzeugt werden, mit dem die Fließgeschwindigkeit durch die Heizung entsprechend den Betriebsparametern des Behältes gesteuert werden kann. Das Drehfeld entspricht dem innerhalb eines elektrischen Motors erzeugten Feld, das einen Teil des Motors in Drehung versetzt; wie die Wicklungen angeordnet werden müssen, damit ein solches Feld erzeugt wird, ist dem fachkundigen Ingenieur geläufig.

Das Dreh- und das Axialfeld zur Erhitzung des Überzugsmetalls können im Prinzip durch zwei unabhängige Wicklungen erzeugt werden; in der Praxis hat es sich jedoch als zweckmäßig erwiesen, für beide Fehler nur eine Wicklung vorzusehen. Infolgedessen dreht sich das Drehfeld mit einer vorbestimmten festen Drehgeschwindigkeit, die von der Versorgungsfrequenz und der Wicklungskonfiguration abhängig ist. Die Art der Wicklung, die zur Erzeugung einer Drehfeldkomponente erforderlich ist, und die erforderliche Steuerschaltung sind von Elektromotoren her hinreichend bekannt und werden daher nicht näher beschrieben.

Gegenstand des Anspruchs 5 ist es daher, für beide Felder dieselben Wicklungen zu verwenden.

Alternativ zu dem Drehfeld nach Anspruch 4 oder auch in Kombination mit diesem nimmt in der Ausführungsart nach Anspruch 6 die Querschnittsfläche vom einen Kanalende zum anderen hin linear zu. Dadurch wird ein Fluß nur in einer Richtung im Kanal sichergestellt.

Damit kann entweder der relativ hohe Fertigungsaufwand für ein Drehfeld ganz eingespart werden oder die Wicklungskonfiguration vereinfacht werden, wenn der Verlauf des Kanalquerschnitts zusätzlich richtungsbestimmend wirkt.

Die Maßnahme gemäß Anspruch 7 wirkt gegen den sogenannten Pincheffekt, der die empfindliche feuerfeste Auskleidung des Tiegels zerstörende Druckwellen in dem geschmolzenen Metall zur Folge hat.

Es wird ein Kanal verwendet, der über die gesamte Länge eine konstante oder leicht zunehmende Querschnittsfläche aufweist, dessen Breite aber, wie in Fig. 5a gezeigt, in der Richtung parallel zur Kernachse gemessen, vom Behälterboden zum tiefsten Punkt des Kanals linear abnimmt, wobei der Kanalquerschnitt am tiefsten Punkt (s. Fig. 5b) quadratisch, zum Behälter hin aber länglich ist. Zur Verringerung der Durchflußmenge ist die

Querschnittsfläche dieses Kanals ungefähr halb so groß wie die des Kanals gemäß der Ausführungsart in Fig. 1; es hat sich herausgestellt, daß die geringere Durchflußmenge und die geometrischen Gegebenheiten des Kanals geeignet sind, die Konvektion auf einem akzeptablen Niveau zu halten.

Aufgrund des quadratischen Querschnitts ist die Pinchwirkung am tiefsten Punkt des Kanals am stärksten; an diesem Punkt ist aber auch der hydrostatische Druck des geschmolzenen Metalls am größten. Näher am Behälter wird der Pincheffekt aufgrund des länglichen Kanalquerschnitts verringert; dafür ist aber auch der hydrostatische Druck geringer. Somit kann dem Bad mehr Leistung zugeführt werden als wenn der Kanal überall den gleichen Querschnitt hätte.

Bei der Ausführungsart sind gemäß Anspruch 8 zwei äußere Kanäle und in einer gemeinsamen Ebene angeordnet und besitzen einen gemeinsamen inneren Kanal. Die Kanäle verfügen jeweils über die Kerne und die Wicklungen, wobei die Kerne durch Joche so miteinander verbunden sind, daß sie einen gemeinsamen Magnetkreis bilden. Die Wicklungen 10 sind so angeordnet, daß sie magnetische Felder erzeugen, die sich gegenläufig drehen, so daß das geschmolzene Metall durch die äußeren Kanäle zuströmt und durch den gemeinsamen inneren Kanal zurück zum Behälter fließt. Das Bad wird in ähnlicher Weise verwendet wie dasjenige gemäß Anspruch 1. Infolge des Vorhandenseins von zwei Kanälen kann - im Vergleich zu der Ausführungsart nach Anspruch 1 - die Fließgeschwindigkeit in jedem Kanal verringert werden, wodurch auch die Gefahr abnimmt, daß Verunreinigungen in den Tauchbereich gelangen.

Ein Regelkreis gemäß Anspruch 9 ermöglicht eine gute und gleichbleibende Qualität der Erzeugnisse.

Mittel zur Kühlung gemäß Anspruch 10 schützen die Wicklungen vor Überhitzung und vorzeitigem Ausfall.