

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer:

0 143 954
A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 84112344.1

(51) Int. Cl.⁴: **B 22 C 9/12**
B 22 C 9/10

(22) Anmeldetag: 13.10.84

(30) Priorität: 23.11.83 DE 3342225

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
12.06.85 Patentblatt 85/24

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT SE

(71) Anmelder: Boenisch, Dietmar Prof. Dr.-Ing.
Morillenhang 45
D-Aachen(DE)

(72) Erfinder: Boenisch, Dietmar Prof. Dr.-Ing.
Morillenhang 45
D-Aachen(DE)

(74) Vertreter: Baur, Eduard, Dr.-Ing. Dipl.-Ing.
Werderstrasse 3
D-5000 Köln 1(DE)

(54) Verfahren zum Herstellen von Formteilen nach dem Coldbox-Verfahren sowie Formteil und Formwerkzeug.

(57) Verfahren zum Herstellen von polyurethanegebundenen Formteilen für die Gießerei-Industrie nach dem Cold-Box-Verfahren, wobei die Formteilhärtung schlagartig durch Hindurchleiten eines gasförmigen Katalysators erfolgt wird zur Verbesserung der Gebrauchseigenschaften vor und / oder während der Aushärtung innerhalb des Cold-Box-Formteils ein Eigenschaftsgradient in der Weise erzeugt, daß die Widerstandsfähigkeit in der Oberflächenschicht des Formteils gegenüber dem Innern des Formteils erhöht ist. Dazu kann das Formwerkzeug auf eine Temperatur von 30 bis 150° C, vorzugsweise 60 bis 80° C erwärmt werden und die Formstoffmischung auf das erwärmte Formwerkzeug aufgebracht oder das Formwerkzeug mit Lösungsmitteln eingesprüht und danach die Formstoffmischung in das Formwerkzeug eingebracht werden.

EP 0 143 954 A2

0143954

5 KÖLN 1, 14.11.1983 Dr.B/D

Werderstraße 3

Telefon (0221) 524208-9

-1-

Bn 115

Reg.-Nr. bitte angeben

P a t e n t a n m e l d u n g
=====

des Herrn

Prof. Dr.-Ing. Dietmar Boenisch, Morillenhang 45, 5100 Aachen

Verfahren zum Herstellen von Formteilen nach dem Coldbox-

Verfahren sowie Formteil und Formwerkzeug.

Formteile aus kunstharzgebundenen Quarzsanden, darunter werden die Gießformen, auch solche mit darin eingelegten Kernen verstanden, sind eine wichtige Grundlage der Massenproduktion hochwertiger Gußstücke. Die verschiedenen Herstellungsverfahren unterscheiden sich nach der Art des verwendeten Kunstharzes und seiner katalytischen Härtung. Die Katalyse erfolgt entweder durch Wärme oder auch bei Raumtemperatur durch Zuführen eines Katalysators. Die warmhärtenden Fertigungsverfahren sind unter den Namen Hotbox-, Warmbox- und Thermoschockverfahren bekannt. Sie werden jedoch zunehmend durch kalthärtende Verfahren verdrängt, weil dabei Energieeinsparnung und erleichterte Arbeitsplatzbedingungen wichtige Vorteile sind. Die Formteilmfertigung kann zudem in Formwerkzeugen aus Kunststoff erfolgen.

Es ist bekannt, die nach verschiedenartigen Verfahren, so auch

- 2 -

nach dem Coldbox-Verfahren hergestellten Formteile nach der Formgebung an ihren den Formraum bildenden Seiten mit einer Schlichte zu versehen. Das Aufbringen und Trocknen einer Schlichte erfordert zusätzlich Arbeitsgänge und auch eine Wartezeit bis zum Abguß der Gießform, damit ausreichend Zeit zur Trocknung der Schlichte vorhanden ist.

Auf dem Gebiet der Kalthärtung hat das sogenannte Coldbox-Verfahren weltweit größte Bedeutung erreicht. Auf automatischen Fertigungsanlagen werden sehr hohe Produktionsleistungen erzielt. Dieses Verfahren verwendet Polyurethan als Bindemittel. Die heute gebräuchlichsten Ausgangskomponenten sind Isoyanat und ein Phenolharz, jedoch sind auch andere Binderkombinationen möglich. Sie werden mit Quarzsand zusammen in Gehalten von etwa 1 bis 2 Gewichtsteilen vermischt. Der so entstandene Formstoff wird bei maschineller Herstellung der Gießform mit Preßluft in das Formwerkzeug geschossen und sofort anschließend durch Hindurchleiten eines Katalysatorgases, zumeist Dimethylethylamin, im kalten Werkzeug schlagartig ausgehärtet.

Aus technischen und wirtschaftlichen und insbesondere auch aus Gründen einer verminderten Umweltbelastung werden in der Gießereipraxis möglichst geringe Bindergehalte angestrebt, wodurch jedoch empfindliche Schwächen des Coldbox-Verfahrens hervortreten.

Coldbox-Binder enthalten etwa 30 bis 40% verschiedener Lösungsmittel, die für die Dünnschmelzbarkeit, eine hohe Reaktivität des Binders, eine gute Verschießbarkeit der Formstoffmischung und ausreichende Festigkeit notwendig sind. Diese hohen Lösungsmittelmengen führen während der Verarbeitung und beim Abguß zu erheblichen Umweltbelastungen. Geringere als die genannten Mengen verschlechtern jedoch die Festigkeit insbesondere der Formteiloberflächen. Die Kantenfestigkeit wird beeinträchtigt und die Formteile werden insgesamt rieselig und mürbe. Damit verliert das Coldbox-Verfahren seine Brauchbarkeit. Polyurethanegebundene Formteile haben bei ausreichendem Lösungsmittel- und Bindergehalt sofort nach ihrer Herstellung gute Festigkeit. Sie sind jedoch stark feuchtigkeitsempfindlich und verlieren bei höherer Luftfeuchtigkeit in kurzer Zeit an Festigkeit. Hohe Luftfeuchten aber sind in Gießereien unvermeidlich. Coldbox-Kerne werden zudem häufig mit Wasserschichten behandelt und auch in Naßgußformen eingelegt und unterliegen dadurch einer starken Feuchtigkeitsschädigung. Dabei ist es der Formteilqualität besonders abträglich, daß diese Schädigung von außen nach innen fortschreitet und damit die besonders wichtige Formteiloberfläche zuallererst beeinträchtigt. Es ergibt sich somit ein höchst unerwünschter Festigkeitsgradient mit geringer Außen-, jedoch hoher Innenfestigkeit.

Dieser Festigkeitsgradient ist aus einem weiteren Grund von Nachteil, weil er den Kernzerfall nach dem Abguß erschwert. Der schlechte Kernzerfall von Coldbox-Formteilen ist insbesondere beim Leichtmetallguß gefürchtet. Kernreste sind aus dem erkalteten Gußstück häufig nur sehr schwierig zu entfernen und erfordern einen hohen

Putzaufwand und extreme Arbeitsplatzbelastungen in der Putzerei.

Die Gießerei Praxis versucht, den durch zu geringe Oberflächenfestigkeit bedingten Schwierigkeiten durch erhöhte Bindergehalte und den Einsatz von Überzugstoffen zu begegnen. Höhere Bindergehalte aber verschlechtern den Kernzerfall zusätzlich, weil die Festigkeit im Kerninnern hierdurch besonders stark erhöht wird. Eine Feuchtigkeitsschädigung erfolgt im Kerninnern zudem weniger durchgreifend als in den Oberflächenschichten. Coldbox-Formteile haben damit den schwerwiegenden Nachteil einer unerwünschten Festigkeitsverteilung. Auch nimmt ihre Festigkeit innerhalb von 24 Std. nach der Formgebung zu.

Die vorliegende Erfindung geht von der Aufgabe aus, in Formteilen nach dem Coldbox-Verfahren bei verminderten Bindergehalt die Festigkeitseigenschaften und den Kernzerfall zu verbessern.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird bei einem Verfahren zum Herstellen von polyurethanegebundenen Formteilen für die Gießereiindustrie nach dem Coldbox-Verfahren, wobei die Formteilhärtung schlagartig durch Hindurchleiten eines gasförmigen Katalysators erfolgt, erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß zur Verbesserung der Gebrauchseigenschaften vor und / oder während der Aushärtung innerhalb des Coldbox-Formteils ein Eigenschaftsgradient in der Weise erzeugt wird, daß die Widerstandsfähigkeit in der Oberflächenschicht des Formteils gegenüber dem Inneren des Formteils erhöht ist.

Durch die erfindungsgemäße Maßnahme, die Formteiloberfläche in einer Stärke von wenigen Millimetern zu veredeln, die Feuchtigkeits-

empfindlichkeit im Kerninnern aber zu erhalten oder sogar zu verstärken, damit die Festigkeit im Verlaufe der Kernlagerung an diesen Stellen geringer wird, wird erreicht, daß Festigkeit und Widerstandsfähigkeit gegenüber Feuchtigkeit in der Oberflächenschicht verstärkt, im Kerninnern jedoch vermindert werden, um auf diese Weise zugleich den Kernzerfall zu verbessern. Als Folge der Oberflächenveredelung ist ein Absenken des Bindergehaltes möglich. Diese Maßnahme senkt die Kosten, vermindert die Umweltbelastung und verbessert den Kernzerfall.

Dem erfindungsgemäßen Verfahren liegt der Gedanke zugrunde, daß die beschriebenen Nachteile des Coldbox-Verfahrens durch eine Vernetzungsschwäche der Polyurethanmoleküle durch den Schuß und die sofort anschließende sehr schnelle Kalthärtung begründet ist. Dann können die nur schwachen Bindungen zwischen den Molekülketten durch Wasser leicht zerstört und die Formteilstigkeiten irreparabel geschwächt werden. Das erfindungsgemäße Verfahren zielt deshalb darauf ab, das Polyurethan in der Formteiloberfläche in einen hochvernetzten Zustand zu überführen und dadurch die Festigkeit und insbesondere die Feuchtigkeitsresistenz in der Oberflächenschicht zu verstärken, die tieferliegenden Sandschichten jedoch in einem schwachvernetzten Zustand zu belassen.

Zur weiteren Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird vorgeschlagen, die Oberflächenveredelung entweder durch einen leichten Wärmestoß oder durch eine oberflächliche Erhöhung des

Lösungsmittelgehaltes oder durch beide Maßnahmen zugleich oder in enger Aufeinanderfolge vorzunehmen. Beide Maßnahmen verbessern die Oberflächenqualität von Coldbox-Formteilen in einem überraschenden Ausmaß.

Es hat sich erwiesen, daß das erfindungsgemäße Verfahren mit höchster Wirksamkeit nach dem Schuß und kurz vor der Gashärtung durchgeführt werden kann, weil das Formteil zu diesem Zeitpunkt bereits gestaltet, die Molekülbeweglichkeit im noch weichen Formstoff aber immer noch groß ist. Das erfindungsgemäße Verfahren greift also in einen Fertigungsschritt des Coldbox-Verfahrens ein, der bisher achtlos und möglichst schnell übergangen worden ist. Veredelungsmaßnahmen erst nach der Härtung am fertigen Formteil sind wegen der weitgehend erfolgten Fixierung der Binderstrukturen weit weniger wirksam und insbesondere nicht mit den niedrigen Temperaturen zu erreichen, die das erfindungsgemäße Verfahren kennzeichnen.

Das erfindungsgemäße Verfahren arbeitet mit erwärmten Formwerkzeugen. Dabei können verhältnismäßig niedrige Temperaturen unterhalb 100°C angewendet werden. Auch ist die Gleichmäßigkeit der Erwärmung von untergeordneter Bedeutung. So kann das gleiche Formwerkzeug, z. B. stellenweise 50° und an anderer Stelle 80° warm sein, ohne daß gravierende Qualitätsunterschiede deutlich werden.

Die Erwärmung metallischer Formwerkzeuge kann auf bekannte Art durch elektrische oder Gasbeheizung erfolgen. Weitere Möglichkeiten

sind durch Beaufschlagung mit Heißluft gegeben oder dadurch, daß die notwendige Schieß-, Begasungs- und auch Spülluft zuvor durch Vorerhitzer geführt werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist mit den konventionellen Hotbox- und Warmboxverfahren nicht zu verwechseln und unterscheidet sich von diesen grundlegend. Diese konventionellen Verfahren benutzen die Wärme zur Aushärtung und erfordern deshalb auch die Durchwärmung des gesamten Formteilquerschnitts. Sie arbeiten mit bedeutend höheren Temperaturen zwischen etwa 150° und 250° C und benötigen hohe Temperaturgleichmäßigkeit mit thermostatischer Steuerung.

Die Wärme des erfindungsgemäßen Verfahrens hingegen führt selbst in der erwärmten Oberflächenschicht zu keiner Härtung. Der Formstoff bleibt weich und würde keine Handhabung erlauben. Das erfindungsgemäße Verfahren bleibt ein Kaltverfahren, bei dem die Formteilhärtung unverändert durch einen gasförmigen Katalysator erreicht wird. Das Verfahren dient allein dazu, die Wirksamkeit der Gashärtung außerordentlich zu verbessern.

Das erfindungsgemäße Verfahren erfordert zwischen Schuß und Gashärtung eine Haltezeit von etwa 20 bis 90 Sekunden. Dadurch kann die Notwendigkeit bestehen, den Verfahrensablauf etwas zu verlängern. Diese Wartezeit kann im Bedarfsfall in weiterer Ausgestaltung der Erfindung jedoch erheblich verkürzt werden, wenn, wie vorerwähnt,

der Lösungsmittelgehalt in der Formteiloberfläche erhöht wird. Um dies zu erreichen, wird in weiterer erfindungsgemäßer Ausgestaltung vorgeschlagen, das Formwerkzeug kurz vor dem Schuß durch Einsprühen mit einem dünnen Film aus Lösungsmittel zu versehen. Der eingeschossene Formstoff übernimmt das Lösungsmittel und die angestrebte Oberflächenveredelung ist in kürzerer Zeit zu erreichen.

Die durch die erfindungsgemäßen Verfahren und Vorrichtungen erreichbaren widerstandsfähigen und feuchtigkeitsresistenten Formteiloberflächen ermöglichen in weiterer Ausgestaltung der Erfindung die Anwendung lösungsmittelarmer Binder, die nunmehr für die Coldbox-Fertigung angeboten werden können. Sie sind insbesondere für den Leichtmetallguß zu empfehlen. Lösungsmittelarme Coldbox-Binder neigen während der Formteillagerung zur Entfestigung und sind zudem besonders feuchtigkeitsempfindlich. Sie konnten aus diesen Gründen bisher nicht eingesetzt werden. Diese bisherigen Nachteile bleiben nach dem erfindungsgemäßen Verfahren nunmehr auf das Formteillinnere beschränkt und wirken sich dort aber vorteilhaft aus, weil der Kernzerfall und auch die Wiederverwendbarkeit des Altsandes hierdurch erleichtert werden. Diesen Vorteilen und den erheblichen Vorteilen, die bereits durch die Möglichkeit zum Absenken des Bindergehaltes geboten sind, steht ein geringfügig verlängerter Coldbox-Prozess und die Notwendigkeit zum Erwärmen der Formwerkzeuge gegenüber.

Die bei dem erfindungsgemäßen Verfahren vergleichsweise niedrigen Temperaturen erlauben den Einsatz von Kunststoffwerkzeugen. Zur Werk-

zeugtemperierung ist Heißwasser geeignet, wodurch das Verfahren außerordentlich vereinfacht werden kann.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung wird vorgeschlagen, bereits bei der Werkzeugherstellung entsprechende Wasserleitungsrohre in einer den Modellkonturen angepaßten Form in dem Kunstharz anzuordnen, die während der späteren Produktion fortwährend von Heißwasser durchflossen sind. Desweiteren wird vorgeschlagen, die Wärmeleitfähigkeit zwischen der Heißwasserleitung und der Werkzeugoberfläche dadurch zu verbessern, daß gut wärmeleitende Füllmittel aus Metallpulver oder Metallgranulat vorhanden sind.

Die Erfindung ergibt sich aus nachfolgender Tabelle.

Versuchsbedingungen

Ergebnisse

	Bindergehalt: Lösungsmittel- in Formstoff		Lösungsmittel- gehalt im Binder	Werkzeug- temperatur (°C)	Einwirk- zeit der Werkzeug- temperatur (sec.)	Werkzeug mit Lös.- mittel einsprühen	Feuchtigkeits- empfindlichkeit in der Form- teilerfläche im Form- teil- inneren		Kernzerfall
	(%)	(%)							
Konventionelles Coldbox-Verf.	1,6	33	18	keine	nein	hoch	hoch		mäßig
Beispiel 1 (nur Wärme)	1,4	33	60	30	nein	gering	hoch		verbessert
Beispiel 2 (Wärme und Lösungsmittel)	1,3	30	60	20	ja	beseitigt	sehr hoch		gut

Zwei Anwendungsbeispiele

=====

0143954

Ein Formwerkzeug und Formteile sind in den Zeichnungen beispielhaft dargestellt.

Es zeigen:

Figur 1 ein Formwerkzeug in vertikalem Schnitt,

Figur 2 eine Gießform in vertikalem Schnitt.

Nach Figur 1 ist mit 1 die obere, mit 2 die untere Werkzeughälfte bezeichnet. 3 gibt die Teilung an. 4 bezeichnet den Einschub, 5 den Formhohlraum. Mit 6 ist die konturenscharfe Kunstharzschicht bezeichnet. Mit 7 sind Rohre für Heißwasser bezeichnet. 8 gibt den Wassereintritt und 9 den Wasseraustritt an. Mit 10 ist die flexible Schlauchverbindung zwischen den beiden Werkzeughälften angegeben. 11 bedeutet den Aluminiumgries, der verdichtet in dem durch Kunstharz gebundenen Sand vorhanden ist. Mit 12 ist ein wärmeisolierender Außenmantel, z. B. aus mit Kunstharz gebundenem Quarzsand bezeichnet. 13 bedeutet den Werkzeugrahmen. Mit dem Formwerkzeug nach Figur 1 wird der Kern 14 geschaffen, der nach der Darstellung in Figur 2 im Oberkasten 15 und Unterkasten 16 in dem dort vorhandenen Formsand 17 und 18 gelagert ist. Mit 19 ist der Anschnitt bezeichnet. Es kann auch ein Steiner vorhanden sein, durch den die Gießschmelze nach der Befüllung des Formhohlraumes 21 nach oben austritt.

Figur 2 zeigt, daß nicht lediglich die Oberfläche 23 des Kerns 14 mit dem Formwerkzeug nach Figur 1 veredelt ist. Diese Veredelung in einer gewissen Schichtdicke ist durch eine Schraffur 24 dargestellt. Figur 2

zeigt, daß auch die Formteile 17 und 18 des Unterkastens und Oberkastens mit jeweils einer Veredelung versehen sind, die durch Schraffuren 25 und 26 dargestellt sind. Es sei bemerkt, daß die nach der Erfindung erreichte Veredelung nur an den Oberflächen der Formteile vorhanden zu sein braucht, die den Formhohlraum 21 begrenzen.

- Ansprüche -

Ansprüche
=====

1. Verfahren zum Herstellen von polyurethanegebundenen Formteilen für die Gießerei-Industrie nach dem Coldbox-Verfahren, wobei die Formteilhärtung schlagartig durch Hindurchleiten eines gasförmigen Katalysators erfolgt, dadurch gekennzeichnet, daß zur Verbesserung der Gebrauchseigenschaften vor und/oder während der Aushärtung innerhalb des Coldbox-Formteils ein Eigenschaftsgradient in der Weise erzeugt wird, daß die Widerstandsfähigkeit in der Oberflächenschicht des Formteils gegenüber dem Innern des Formteils erhöht ist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Formwerkzeug auf eine Temperatur von 30 bis 150° C, vorzugsweise 60 bis 80° C erwärmt und die Formstoffmischung auf das erwärmte Formwerkzeug eingebracht wird.
3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß der eingeschossene Formstoff vor dem Einleiten des Katalysatorgases einige Zeit, vorzugsweise 20 bis 90 Sekunden im erwärmten Formwerkzeug belassen wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Formwerkzeug mit Lösungsmitteln eingesprüht und danach die Formstoffmischung in das Formwerkzeug eingebracht wird.
5. Verfahren nach den Ansprüchen 2 und 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Lösungsmittel auf das erwärmte Formwerkzeug aufgesprüht werden.

6. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 5, d a d u r c h g e k e n n -
z e i c h n e t , daß der Formstoff in ein erwärmtes und mit Lösungs-
mitteln eingesprühtes Formwerkzeug eingeschossen und bis zum Einleiten
des Katalysatorgases einige Zeit, vorzugsweise 15 bis 30 Sekunden,
gewartet wird.

7. Verfahren nach Anspruch 1 und einem oder mehreren der Ansprüche 2 bis
6, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Schieß-,
Begasungs- und auch Spülluft vor ihrer Anwendung durch einen Vorerhitzer
geführt wird.

8. Formteil nach dem Coldbox-Verfahren, hergestellt nach Anspruch 1
und einem oder mehreren der Ansprüche 2 bis 7, g e k e n n z e i c h -
n e t d u r c h eine solche Abstimmung zwischen Coldbox-Binder und
Lösungsmittel bzw. Lösungsmitteln, daß während der Lagerzeit im Innern
des Formteils kein Festigkeitsanstieg, vorteilhaft sogar ein Festigkeits-
verlust auftritt.

9. Formteil nach Anspruch 8, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß der verwendete Coldbox-Binder weniger Lösungsmittel als bisher
gebräuchlich erhält und die Zugabemenge des Lösungsmittels bzw. der
Lösungsmittel so bemessen ist, daß während der Lagerzeit im Innern
des Formteils kein Festigkeitsanstieg, insbesondere aber ein Festigkeits-
verlust auftritt.

10. Formteil nach den Ansprüchen 8 und 9, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , daß bei gleichbleibendem Coldbox-
bindergehalt die Feuchtigkeitsempfindlichkeit in der Oberflächen-
schicht gegenüber der Feuchtigkeitsempfindlichkeit im Formteil-
inneren verringert ist.

11. Formteil nach den Ansprüchen 8 bis 10, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , daß der Kernzerfall im Formteil-
inneren gegenüber dem der Oberflächenschicht verbessert ist.

12. Formwerkzeug zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß das Formwerkzeug
mit wasserführenden Kanälen (7) versehen ist.

13. Formwerkzeug nach Anspruch 12, d a d u r c h g e k e n n -
z e i c h n e t , daß es aus Kunstharz besteht und die wasserführen-
den Kanäle aus eingeformten Wasserleitungskanälen bestehen.

14. Formwerkzeug nach den Ansprüchen 12 und 13, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , daß die Wasserleitungskanäle während der
Formteilmfertigung an einen Thermostaten angeschlossen und von Heißwasser
durchflossen sind.

0143954

- 4 -

15. Formwerkzeug nach Anspruch 13, d a d u r c h g e k e n n -
z e i c h n e t , daß das Formwerkzeug aus Kunststoff in seinem
zwischen den Wasserleitungskanälen (7) und der dem Formteil zuge-
wandten Werkzeugoberfläche (6) befindlichen Teil zur Verbesserung der
Wärmeleitfähigkeit mit einem Metallpulver oder Metallgranulat (11)
durchsetzt ist.

