

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11)

Veröffentlichungsnummer: **0 033 901**
B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45)

Veröffentlichungstag der Patentschrift:
21.12.83

(51)

Int. Cl.³: **B 22 D 27/04, B 22 D 15/00,**
B 22 D 17/22

(21)

Anmeldenummer: **81100594.1**

(22)

Anmeldetag: **28.01.81**

(54)

Verfahren und Vorrichtung zum Druckgießen von schmelzflüssigem Metall.

(30)

Priorität: **01.02.80 CH 826/80**

(73)

Patentinhaber: **Gebrüder Bühler AG, CH-9240 Uzwil (CH)**

(43)

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.08.81 Patentblatt 81/33

(72)

Erfinder: **Zimmermann, René, Hüseren,**
CH-9523 Züberwangen (CH)
Erfinder: **Näf, Peter, Bachmattstrasse 5,**
CH-92440 Niederuzwil (CH)

(45)

Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
21.12.83 Patentblatt 83/51

(74)

Vertreter: **Fillinger, Peter, Dr., Rütistrasse 1a,**
CH-5400 Baden (CH)

(84)

Benannte Vertragsstaaten:
BE DE FR GB IT

(56)

Entgegenhaltungen:
DE - A - 2 850 229
FR - A - 1 278 679
FR - A - 2 266 562
FR - A - 2 289 314
FR - A - 2 329 011
GB - A - 2 005 168
NL - A - 6 603 844
US - A - 3 858 641

KUNSTSTOFFE, Band 63, Heft 1973 Seite 660, Abbildung
1 "Variothermverfahren"

EP 0 033 901 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Verfahren und Vorrichtung zum Druckgießen von schmelzflüssigem Metall

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Druckgießen von schmelzflüssigem Metall in eine Druckgießform, die mindestens einen Formhohlraum aufweist, der durch eine dünnwandige Formschale aus einem metallischen Werkstoff hoher Wärmeleitfähigkeit umschlossen ist und der darin zu formende Gußteil mit Hilfe eines aus mindestens einem an den Formhohlraum angrenzenden Kühlraum der Druckgießform auf die dünnwandige Formschale einwirkenden Kühlmittels auf die Entformungstemperatur abgekühlt wird, das dabei verdampft, das Kühlmittel ggf. den Kühlraum ausfüllt und auf einen den atmosphärischen Druck übersteigenden Druck vorgespannt ist. Die Erfindung betrifft ferner auch eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens an einer Druckgießmaschine mit einer Druckgießform, die mindestens einen durch dünne Wände aus einem metallischen Werkstoff hoher Wärmeleitfähigkeit umschlossenen Formhohlraum und im Abstand von der beheizbaren dünnwandigen Formschale angeordnete, mit derselben über mindestens je einen axial druckbelastbaren Stützkörper verbundene äußere Formplatten sowie Einrichtungen zur Kühlung der Formschale durch Verdampfung einer Kühlflüssigkeit an deren Außenfläche aufweist.

Die Zeitschrift »Kunststoffe«, Bd. 63, 1973, H. 10, S. 660, Abs. 2 und Abb. 1 offenbart ein Verfahren und eine Vorrichtung der erwähnten Art, die für das Thermoplastschaumgießen vorgesehen sind. Bei diesem Verfahren wird das Formwerkzeug mittels Dampf vor jedem Formfüllvorgang auf eine Temperatur aufgeheizt, die über dem Schmelzpunkt der zu verarbeitenden Thermoplaste liegt. Die hierzu erforderliche Wärme muß während des Kühlvorganges wieder abgeführt werden, was nebst einem erhöhten Energiebedarf zusätzliche Installationen erfordert.

Die US-PS 3 760 864 beschreibt weiter ein Verfahren zur Herstellung von Gußteilen mit extrem dünnen Wandquerschnitten und niedriger Porosität. Die hierzu gemäß der US-PS 3 858 641 vorgeschlagene Gießform besteht aus zwei halbschalenartigen, dünnwandigen Formhälften aus einer gut wärmeleitenden Metalllegierung. Der Angußkanal mündet mit einem sehr dünnen Anschnitt von oben in den Formhohlraum ein und ist an einen Schmelztiegel angeschlossen, aus dem Schmelze mit geringem Druck in den Formhohlraum gedrückt wird. Die Formhälften grenzen außenseitig mit den den Formhohlraum umschließenden Wandbereichen an je eine Kammer des Kühlmantels an, die einerseits ein- und ausschaltbare Heizelemente und andererseits Zu- und Abflußkanäle für ein Kühlmedium aufweisen. Bei dieser Vorrichtung wird die geschlossene Form jeweils vor Beginn des Gießvorganges durch die Heizelemente mindestens auf die halbe Schmelztemperatur

des Gießmetalls aufgeheizt. Nach erfolgtem Gießvorgang werden die Kammern des Kühlmantels von unten nach oben steigend mit einer Kühlflüssigkeit gefüllt, wodurch sich über die dünne Wandung des Formhohlraumes eine progressive Direktionalkühlung des Gußteils in Richtung des Ausschnittes vollzieht. Ein Nachteil des mit dieser Vorrichtung ausgeführten Verfahrens besteht darin, daß das Aufheizen der Formhälften mit einer Fremdbeheizung Zeit und Energie erfordert. Ein weiterer gewichtiger Nachteil ist, daß sich die im obersten Bereich des Formhohlraumes zugeführte Schmelze beim Herunterfallen in Tropfen auflöst, welcher Sachverhalt zu erheblicher Porosität und Oxydation des Gießmetalls führt. Schließlich hat die Direktionalkühlung Wärmespannungen in der Formwand zur Folge, die der Lebensdauer der Druckgießform stark abträglich sind.

Es wurde auch vorgeschlagen, die Kühlung des Gußteiles durch Verdampfen von Wasser in den Kühlkanälen einer Druckgießform vorzusehen (DE-OS 2 850 229). Die zur Durchführung dieser Methode vorgeschlagene Druckgießform weist zunächst Hauptkanäle auf, in die Formheizelemente eintauchen und welche über Ein- und Auslaßventile an eine Pumpe und einen Wasserbehälter in einem geschlossenen Kühlkreislauf angeschlossen sind. Von den Hauptkanälen sind jeweils bis in die Nähe der Wandfläche des Formhohlraumes heranzuführende Nebkanäle abzweigend. Die Kühlwassertemperatur wird konstant auf 200°C eingestellt. Damit es nicht vor Beginn des Gießvorganges zu einer Verdampfung des Kühlwassers kommt, wird dieses unter einem entsprechend über den atmosphärischen Druck erhöhten Druck gehalten. Die Verdampfung setzt dann während des Formfüllvorganges durch örtliche Überhitzung des Kühlwassers an den dünnquerschnittigen Stellen der Formwand ein, wobei das örtlich verdampfende und über das Auslaßventil entweichende Kühlwasser kontinuierlich durch die Pumpe ersetzt wird.

Nachteilig bei diesem Vorschlag ist, daß mit der Verdampfung auch der Kühleffekt bereits parallel mit dem Formfüllvorgang beginnt. Dadurch tritt in den Gußteilmitteln mit dünnem Wandquerschnitt eine partielle Erstarrung ein, die nicht nur dem Entstehen von Wärmespannungen im Gußteil Vorschub leistet, sondern auch der Entgasung der Schmelze hinderlich ist. Porosität im Gußgefüge ist die Folge davon. Wegen der ungleichmäßigen Formwandstärke zwischen Formhohlraum und Kühlkanälen findet hierdurch auch ein unterschiedlicher Wärmeübergang statt. Die dickeren Formwandpartien bewirken eine Verlängerung der Abkühlzeit des Gußteils. Um die frühzeitige partielle Erstarrung zu vermeiden und eine kürzere Gesamtzykluszeit zu erreichen muß mit hohen Füllgeschwindigkeiten gearbeitet werden, die zu einem erhöhten Verschleiß der

Druckgießform führen.

Die vorliegende Erfindung stellt sich die Aufgabe, ein Verfahren anzugeben, das die besagten Nachteile vermeidet und die Herstellung von Gußteilen mit verbesserten Qualitätsmerkmalen ermöglicht. Insbesondere sollen die Gußteile bei guter Maßhaltigkeit eine erhöhte Oberflächenqualität und eine feinkristalline Gefügestruktur mit erheblich reduzierter Porosität aufweisen, so daß deren thermische Nachbehandlung möglich wird. Dabei soll auch eine Zykluszeit höchstens gleich derjenigen bei bekannten Verfahren erreicht werden können.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß das schmelzflüssige Metall über seine Schmelztemperatur hinaus erhitzt dem Formhohlraum zugeführt wird, wobei die Formschale nur durch das Metall auf eine in der Nähe der Erstarrungstemperatur des Metalls liegende Temperatur erhitzt wird, und daß in einer an den vollendeten Formfüllvorgang anschließenden Kühlphase das Verdampfen des flüssigen Kühlmittels an der Außenfläche der dünnwandigen Formschale ausgelöst wird.

Das Aufheizen der Form erfolgt nach der Erfindung erst während des Formfüllvorganges und das Abkühlen des Gußteiles von der Erstarrungstemperatur auf die Entformungstemperatur geschieht erst nach dem Formfüllvorgang. Durch Vermeidung einer besonderen Formbeheizung verringert sich der für den Herstellungsprozeß benötigte Energiebedarf und es läßt sich auch die Zeit für die Vorheizung der Druckgießform einsparen. Um eine gleichzeitig und frei von Wärmespannungen erfolgende Erstarrung aller Bereiche des Gußstückes in den Griff zu bekommen, wird die Schmelze soweit überhitzt, daß sie sich im Formhohlraum während des Formfüllvorganges nur bis zu einer in der Nähe der Erstarrungstemperatur des Gießmetalls liegende Temperatur abkühlen kann, wobei sich gleichzeitig die Form bis etwa zu dieser Temperatur erwärmt. Die weitere Abkühlung erfolgt anschließend an den Formfüllvorgang. Das längere Flüssighalten der Schmelze, bedingt durch die geringe Wärmekapazität der dünnwandigen Formschale, gestattet im Vergleich zu den beim Druckgießen üblichen Einpreßgeschwindigkeiten eine erheblich herabgesetzte Füllgeschwindigkeit und damit im Interesse einer wesentlich verringerten Porosität des zu formenden Gußteils eine länger andauernde, bessere Entlüftung des Formhohlraumes. Da das Abkühlen von der Erstarrungstemperatur auf die Entformungstemperatur durch Entziehen der Verdampfungswärme des Kühlmittels rasch vor sich geht, kann die Zeitdauer der Kühlphase erheblich gekürzt werden.

Es kann vorgesehen sein, daß der Formfüllvorgang unter Evakuierung des Formhohlraumes erfolgt, was die Aufnahme von Luft und Gasen durch die Schmelze während des Formfüllvorganges weitgehend verhindert. Die hierdurch verstärkte Unterdrückung des Entstehens von Gaseinschlüssen im Gußteil trägt zu der durch

die Erfindung an sich bereits gegebenen Möglichkeit einer thermischen Nachbehandlung des Gußteils noch vermehrt bei.

Gleiche Vorteile, wenn auch nicht im gleichen Ausmaß ergeben sich, wenn der Formfüllvorgang entgegen einem Gasdruck erfolgt. Der Gasgegendruck bewirkt ein dichteres Gußgefüge und verbessert zugleich die Oberflächenbeschaffenheit des Gußteils.

Vorzugsweise wird das Verdampfen der Kühlflüssigkeit in der Kühlphase durch ein Bespritzen der Außenfläche der dünnwandigen Formschale ausgelöst. Bei diesem Vorgehen kann der Kühlmittelverbrauch gering gehalten werden, wenn durch eine richtige Dosierung das Kühlmittel vollständig verdampft. In diesem Fall entfällt das Abführen von nichtverdampfendem Kühlmittel. Wird Wasser als Kühlmittel verwendet, kann der entstehende Wasserdampf ohne besondere Einrichtungen in die Atmosphäre entlassen werden.

Das Verdampfen der Kühlflüssigkeit an der Außenfläche der dünnwandigen Formschale kann je nach dem örtlichen Wärmeanfall durch Bespritzen der Formschale gezielt mit einer örtlich veränderlichen Intensität erfolgen. Dadurch kann eine Verschiebung der Schwindungslunker an solche Stellen erzwungen werden, an denen sie keine Nachteile bewirken, sofern man sie nicht ganz unterdrücken will oder kann.

Es kann auch vorgesehen sein, daß das Verdampfen durch Druckentlastung einer den Kühlraum der Druckgießform ausfüllenden Kühlflüssigkeit ausgelöst wird, die während des vorangegangenen Formfüllvorganges durch Überdruck am Verdampfen gehindert wurde. Hierdurch kann bei geringem Kühlmittelverbrauch mit einer geringen Druckentlastung des Kühlmediums die Formschale wiederum gezielt zunächst an jenen Stellen von deren Außenfläche intensiv gekühlt werden, an denen während der Formfüllphase die größte Erwärmung eintritt. Mit einer größeren Druckentlastung kann die Formschale über seine ganze Außenfläche entsprechend dem örtlichen Wärmeanfall mehr oder weniger stark gekühlt und die Abkühlungsgeschwindigkeit gewählt werden, damit eine spannungsfreie Erstarrung des Gußteiles sichergestellt ist.

Vorzugsweise erfolgt der Formfüllvorgang mit einer kleinen Geschwindigkeit von 5 bis 20 cm/s. Dadurch unterliegt das flüssige Metall während der Formfüllphase einer wesentlich geringeren Turbulenz als beim herkömmlichen Druckgießen. Insbesondere zerspritzt das Metall nicht im Formhohlraum, wodurch wesentlich weniger Luft und Gase in die Schmelze eingewirbelt werden. Das Gußgefüge wird entsprechend dichter und besser geeignet für eine spätere Wärmebehandlung. Mit der deutlichen Herabsetzung der Füllgeschwindigkeit läßt sich auch der Verschleiß der Druckgießform, insbesondere der des Anschnittes merklich verringern. Es wird ferner eine Schonung des auf die Formhölfe

ten aufgesprützten Trennmittels möglich, so daß nach einem Formsprühvorgang mehrere Gießzyklen durchgeführt werden können.

Nach vollendetem Formfüllvorgang genügt ein relativ geringer Enddruck von max. $2 \cdot 10^6$ Pa. Zusammen mit der Geschwindigkeitsreduktion gestattet die geringere Druckbelastung eine wesentlich leichtere Maschinenbauweise als die der herkömmlichen Druckgießmaschinen, die bekanntlich mit Enddrücken von mindestens mehreren hundert bar, meistens jedoch von weit über 10^8 Pa arbeiten.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, daß an Stelle einer Formheizeinrichtung das Gießmetall als Wärmespeicher für die Beheizung der gegen die äußeren Formplatten abgestützten dünnwandigen Formschale vorgesehen ist und daß Mittel zur Regulierung der Intensität der Verdampfung der Kühlflüssigkeit angeordnet sind.

Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann zwischen der Formschale und den äußeren Formplatten ein zusammenhängender Kühlraum ausgebildet sein, der mit der freien Atmosphäre in stetiger Verbindung steht, so daß die verdampfende Kühlflüssigkeit direkt in die Atmosphäre entweichen kann. Installationen zur Rückführung und Kondensation der verdampften Kühlflüssigkeit entfallen.

Zur Versteifung der Formschale zwecks Aufnahme der Axialbelastung durch die Formschließkraft kann zweckmäßig deren dünne Wandung mittels den Kühlraum durchsetzender Stützstäbe gegen die äußeren Formplatten abgestützt sein. Es kann aber auch der Kühlraum zwischen der Formschale und den äußeren Formplatten in zwei in sich geschlossene Hälften geteilt sein, die ständig durch eine Kühlflüssigkeit ausgefüllt sind. Beide Maßnahmen ermöglichen es, die Formschale mit einer geringen Wandstärke gegebenenfalls auch aus einem Material niederer Festigkeit herzustellen, da die ohnehin geringen, zwischen den äußeren Formplatten und der Formschale zu übertragenden Druckhälften entweder durch die Stützstäbe oder teilweise durch die Anschlagflächen der äußeren Formplatten längs des Umfangs der Formschale und teilweise durch die inkompresible Kühlflüssigkeit aufgenommen werden.

Bei Verwendung von Stützstäben werden diese besonders vorteilhaft aus einem Werkstoff geringer Wärmeleitfähigkeit und mit einem großen Verhältnis zu Durchmesser ausgebildet. Hierdurch leiten die Stützstäbe nur eine geringe Wärme ab und beeinflussen den Abkühlvorgang im Formhohlraum nicht.

Vorzugsweise sind in den äußeren Formplatten je eine Anzahl jeweils gegen die gegenüberliegenden Wandfläche der Formschale ausgerichtete Spritzdüsen angeordnet, so daß in der Kühlphase die beidseitigen Wandflächen der Formschale gleichzeitig und lückenlos besprühbar sind. Zweckmäßig sieht man die Lagerung der Spritzdüsen derart vor, daß der Abstand der Düsen von der Formschale einstellbar ist.

Dadurch ist eine gleichmäßige Kühlung der ganzen Formaußenfläche oder eines Teiles davon möglich oder einzelne Stellen können durch ein Verstellen des Düsenabstandes mehr oder weniger intensiv gekühlt werden. Als Kühlmittel kann mit Vorteil eine Flüssigkeit vorgesehen sein, deren Verdampfungstemperatur bei dem atmosphärischen Druck höher als diejenige des Wassers liegt. Bei Verwendung durch Kühlflüssigkeit ausgefüllter, in sich geschlossener Kühlräume je Formschalenhälfte wird diesen vorzugsweise je ein Einlaß- und ein gemeinsames Auslaßventil zugeordnet, die der Einstellung des Druckes der Kühlflüssigkeit dienen. Dadurch kann die Abkühlung gezielt vorgenommen und die Abkühlungsgeschwindigkeit mit einfachen, handelsüblichen Bauteilen eingestellt werden.

Die Formschale wird zweckmäßig aus einem hochtemperaturfesten Werkstoff hergestellt. Dies gestattet den Bau einer verzugsresistenten, dünnwandigen Form mit geringer Neigung zu Oberflächenrissen und daher von langer Standzeit.

Mit Hilfe der erfindungsgemäß vorgesehenen Maßnahmen lassen sich Gußteile mit den eingangs geforderten Eigenschaften hinsichtlich Oberflächengüte, Gefügebeschaffenheit und Maßgenauigkeit herstellen.

Anhand der beiliegenden schematischen Zeichnung wird die Erfindung beispielsweise erläutert. Es zeigt

Fig. 1 einen Ausschnitt aus einer Druckgießmaschine mit einer Druckgießform gemäß der Erfindung,

Fig. 2 ein Temperatur-Zeitdiagramm zur Erläuterung des erfindungsgemäßen Verfahrens und Fig. 3 eine gleiche Darstellung wie Fig. 1 eines zweiten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Die Hinweisziffern 1 und 2 bezeichnen zwei äußere Formplatten von denen die Formplatte 1 an der festen Aufspannplatte F und die Formplatte 2 an der beweglichen Formaufspannplatte B befestigt ist. An den äußeren Formplatten 1 und 2 ist eine Vielzahl von Stützstäben 3 befestigt, die an ihren einander zugewandten anderen Enden eine feste bzw. eine bewegliche Formschalenhälfte 4 bzw. 5 tragen. Die Stützstäbe 3 haben im Verhältnis zu ihrer Länge einen kleinen Durchmesser, so daß sie biegeweich sind und ihre wärmeableitende Wirkung gering ist. Die Stützstäbe 3 sind an ihren Enden mit den Formschalenhälften 3, 4 bzw. den äußeren Formplatten 1, 2 verschraubt. An der festen Formaufspannplatte F ist weiter ein Blechmantel 6 befestigt, der bei geschlossener Form einen zweiten Blechmantel 7 übergreift, welcher an der beweglichen Formaufspannplatte B befestigt ist. Die beiden Blechmäntel 6 und 7 begrenzen in Verbindung mit den Formplatten 1 und 2 einen die beiden Formschalenhälften 4 und 5 umschließenden Kühlraum 8. Zwischen den sich übergreifenden Blechmänteln 6 und 7 ist ein Ringspalt 9 vorgesehen, durch den der Kühlraum 8 mit der

Außenatmosphäre in Verbindung steht. In den Formaufspannplatten F, B sind Kühlmittleitungen 10 angeordnet, in deren Mündungen je eine Spritzdüse 11 mit einem Gewindeschacht 12 eingeschraubt ist. Die Düsenöffnungen sind gegen die jeweils gegenüberliegende Wandfläche der Formschalenhälften 4 und 5 gerichtet. Die Enden der Kühlmittleitungen 10 liegen vorzugsweise auf den Schnittpunkten eines netzförmigen Rasters und sind so ausgebildet, daß sie wahlweise nach Bedarf verschlossen oder mit einer Spritzdüse 11 versehen werden können. Dadurch ist es möglich, innerhalb des Kühlraumes 8 eine der Formschale 4, 5 entsprechende Düsenanordnung mit der erforderlichen Düsenzahl zu wählen. Durch die Gewindeverbindung zwischen Spritzdüse 11 und Kühlmittleitung 10 können die Spritzdüsen 11 in Richtung des eingezeichneten Doppelpfeiles gegen die benachbarte Formschalenhälfte 4 bzw. 5 hin und von dieser weg bewegt werden. Je näher die Spritzdüse 11 den Formschalenhälften 4 bzw. 5 sind, um so stärker ist die Wirkung des aus der Düsenöffnung austretenden Kühlmittels bei zugleich schrumpfender Größe der besprühbaren Wandfläche der Formschale 4, 5 je Spritzdüse 11. Umgekehrt wird die Wirkung des Kühlmittels geschwächt und die besprühbare Wandfläche je Spritzdüse 11 vergrößert, indem der Abstand zwischen der Düsenöffnung und der jeweiligen Formschalenhälfte 4 oder 5 vergrößert wird. Das untere Ende des durch die Formschalenhälften 4, 5 umschlossenen Formhohlraumes 16 steht über einen senkrecht ansteigenden Angußkanal 15 und eine Kavität 14 für den Gießrest mit der Gießkammer 13 der nicht weiter dargestellten Gießeinheit der Druckgießmaschine in Verbindung. Vom Formhohlraum 16 führt ein Entlüftungskanal 17 nach oben, der an eine Entlüftungseinrichtung angeschlossen sein kann.

Die beiden Formschalenhälften 4, 5 sind im Vergleich zu herkömmlichen Druckgießformen sehr dünnwandig ausgebildet und aus einem hitzebeständigen Werkstoff mit einer gegenüber derjenigen von Formbaustählen erheblich größeren Wärmeleitfähigkeit hergestellt. Die Wandstärke und/oder das Material der Formschalenhälften 4, 5 sind so aufeinander abzustimmen, daß während des Formfüllvorganges die in den Formhohlraum 16 eingefüllte Schmelze die Wandung der Formschalenhälften 4 und 5 mindestens auf eine in der Nähe der Erstarrungstemperatur des Gießmetalls liegende Temperatur aufheizt. Zu diesem Zweck muß die Schmelze merklich über die Erstarrungstemperatur überhitzt werden, damit am Ende des Formfüllvorganges Formschale und Schmelze annähernd die gleiche Temperatur erreichen. Es kann dann in der anschließenden Kühlphase der angestrebte Verlauf des Erstarrungsvorgang erzwungen werden. Der Wärmeinhalt der Schmelze zwischen der Überhitzungstemperatur und der am Ende des Formfüllvorganges vorliegenden tieferen Temperatur soll für das Aufheizen der

Formschale 4, 5 auf etwa die gleiche Temperatur ausreichen, welche die Schmelze am Ende des Formfüllvorganges hat. Diese Temperatur soll in der Nähe der Erstarrungstemperatur der zu vergießenden Metallegierung liegen. Nach vollendetem Formfüllvorgang befindet sich im Formhohlraum 16 das eingefüllte Gießmetall mindestens noch in zähflüssigem Zustand. In der unmittelbar anschließenden Kühlphase wird das Kühlmittel, das Wasser oder eine Flüssigkeit mit einer höheren Verdampfungstemperatur sein kann, mittels der Spritzdüsen 11 gegen die Außenflächen der Formschalenhälften 4 und 5 gespritzt und durch Verdampfen an denselben eine rasche Abkühlung von Formschale 4, 5 samt darin erstarrendem Gußteil bewirkt. Dabei empfiehlt es sich, jene Stellen der Außenflächen stärker zu kühlen, an denen ein größerer Wärmeanfall auftritt. Solche Stellen entsprechen in der Regel dickwandigen Stellen des Gußteiles. Dadurch können diese mit der gleichen Geschwindigkeit wie die schwachen Querschnitte abgekühlt werden, so daß sich die Erstarrung der Gußteile in dessen allen Bereichen gleichzeitig und ohne Herbeiführung von Wärmespannungen vollzieht. Die Dosierung der Kühlflüssigkeit wird besonders vorteilhaft so gewählt, daß diese beim Auftreffen auf die Außenfläche der Formschalenhälften 4, 5 vollständig verdampft. Der entstehende Dampf kann durch den Ringspalt 9 in die Atmosphäre entweichen, ohne daß besondere Abführinstallationen erforderlich wären. Ebenso entfällt eine Rückführeinrichtung für die überschüssige Kühlflüssigkeit.

Die Fig. 2 zeigt im Prinzip den Temperaturverlauf in der Formschale 4, 5 einerseits und in der Schmelze andererseits während eines Gießzyklus. Aus dieser Darstellung ist ersichtlich, daß die Schmelze in der Form während der Formfüllphase von der Überhitzungstemperatur bis auf eine Temperatur nahe der Erstarrungstemperatur abkühlt, wobei sich die Formtemperatur, bedingt durch die von der Schmelze abgegebene Wärme auf eine mindestens annähernd gleichhohe Temperatur erwärmt. Die erfindungsgemäß nach vollendetem Formfüllvorgang ausgelöste Verdampfung der Kühlflüssigkeit an den Außenflächen der Formschale 4, 5 bewirkt eine steil verlaufende Abkühlung der letzteren sowie wegen deren hoher Wärmeleitfähigkeit auch die des Gußteiles, wie dieser Sachverhalt aus den dicht nebeneinander bis zur Entformungstemperatur absteigenden Kurven in der Kühlphase ersichtlich ist. Durch ein derartiges Vorgehen kann die Dauer der Kühlphase erheblich gekürzt und damit auch die Gesamtzykluszeit verringert werden, da eine dem Formfüllvorgang vorangehende Aufheizung der Formschale 4, 5 entfällt.

Die Fig. 3 stellt ein zweites Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens dar. Teile die gleich wie beim ersten Ausführungsbeispiel oder zu jenen Teilen äquivalent sind, sind mit den

entsprechenden Hinweisziffern versehen. Bei diesem Ausführungsbeispiel bilden die äußeren Formplatten 1' bzw. 2' mit den zugeordneten Formschalenhälften 4' bzw. 5' je einen druckfesten Kühlraum 8' die dauernd mit einer Kühlflüssigkeit, die gleich wie bei der ersten Ausführungsform nach Fig. 1 beschaffen sein kann, gefüllt sind. Jeder der Kühlräume 8' ist über eine Speiseleitung 18 bzw. 19 an die Druckseite einer kontinuierlich arbeitenden Pumpe 20 angeschlossen, wobei in den Speiseleitungen 18, 19 je ein Rückschlagventil 21, 22 angeordnet ist. Parallel zu den Speiseleitungen 18, 19 ist eine Rücklaufleitung 23 mit einem Druckbegrenzungsventil 24, einem elektromagnetisch betätigbaren Absperrventil 25 und einem Sicherheitsventil 31 vorgesehen, die in einem Vorratsbehälter 26 einmündet. Vom oberen Ende jedes Kühlraumes 8' führt je eine Dampfablaßleitung 27 bzw. 28 zu einer Sammelleitung 29 mit einem elektromagnetisch betätigbaren Ablaßventil 30, welche den in den Kühlräumen 8' gebildeten Dampf in den Vorratsbehälter 26 zurückführt. Zum Füllen der Kühlräume 8' mit der Kühlflüssigkeit wird das Absperrventil 25 geschlossen und das Ablaßventil 30 geöffnet. Durch die Speiseleitung 18 und 19 füllt die Pumpe 20 die Kühlräume 8' mit der Kühlflüssigkeit, wobei die aus den Kühlräumen 8' verdrängte Luft über die Dampfablaßleitungen 27 und 28 und die Sammelleitung 29 abströmt. Nach Auffüllen der Kühlräume 8' wird das Absperrventil 25 geöffnet und das Ablaßventil 30 geschlossen. Da die Pumpe 20 kontinuierlich arbeitet, bestimmt nun das Druckbegrenzungsventil 24 den in den Kühlräumen 8' herrschenden Druck. Die Kühlflüssigkeit in den Kühlräumen 8' wird durch eine entsprechende Einstellung des Druckbegrenzungsventils 24 unter Überdruck gesetzt, so daß sie beim Füllen des Formhohlraumes 16 mit flüssigem Metall nicht verdampft. Wird nach vollendetem Formfüllvorgang der Druck der Kühlflüssigkeit in den Kühlräumen 8' durch ein zunächst geringfügiges Öffnen des Ablaßventils 30 gesenkt, so fängt die Kühlflüssigkeit zuerst an den heißesten Stellen der Außenfläche der Formschalenhälfte 4' und 5' an zu verdampfen. Bei weiterem Senken des Kühlmitteldruckes breitet sich dann das Verdampfen über die ganze Außenfläche der Formschale 4', 5' aus. Je mehr Kühlmittel bedingt durch die Drucksenkung verdampft, um so schneller erfolgt die Abkühlung des im Formhohlraum 16' befindlichen Gußteils. Der in den Kühlräumen 8' entstehende Dampf kann über die Dampfablaßleitungen 27 und 28 und Sammelleitungen 29 zum Vorratsbehälter 26 zurückströmen, wo er erneut kondensiert. Bei dem in Fig. 3 gezeigten Ausführungsbeispiel weist das im Formhohlraum 16' entstehende Gußteil in seinem Zentrum eine Nabe auf, die gegenüber den peripheren Bereichen des Gußteils eine größere Materialanhäufung aufweist. Will man nun beispielsweise erreichen, daß die Nabe gleich schnell auf die Entformungstemperatur abkühlt

wie die angrenzenden Bereiche, so genügt es, den Kühlmitteldruck in den Kühlräumen 8' nur soweit zu senken, daß die Verdampfung des Kühlmittels zunächst nur im Bereich der Nabe ausgelöst wird, die vorerst eine Kühlung lediglich dieses Bereiches zur Folge hat. Wird der Druck in der Folge weiter gesenkt, bis die Verdampfung der Kühlflüssigkeit an der ganzen Außenfläche der Formschale 4, 5 einsetzt, so wird nicht nur die Abkühlungsgeschwindigkeit in der Nabe sondern auch jene in den angrenzenden Gußteilmereichen weiter beschleunigt. Es werden also auch bei dieser Ausführungsform diejenigen Stellen der Formschale 4, 5 am stärksten gekühlt, an denen der Wärmeeinfall am größten ist und damit in den Gußteilmereichen unterschiedlichen Querschnittes die gleiche Abkühlungsgeschwindigkeit herbeigeführt.

Bei diesem Ausführungsbeispiel übernimmt die in den Kühlräumen 8' gefangene Kühlflüssigkeit zusammen mit den Anschlagflächen der äußeren Formplatten 1', 2' längs des Formschalenumfanges die Funktion der Stützstäbe 3 beim ersten Ausführungsbeispiel. Der Druck des in der Kühlphase entstehenden Dampfes kann daher im Gegensatz zur Ausführungsform gemäß Fig. 1, bei der ein Dampfdruck angenähert gleich dem Atmosphärendruck auftritt, hierbei bis zur Höhe des Einpreßdruckes ansteigen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Druckgießen von schmelzflüssigem Metall in eine Druckgießform, die mindestens einen Formhohlraum (16) aufweist, der durch eine dünnwandige Formschale aus einem metallischen Werkstoff hoher Wärmeleitfähigkeit umschlossen ist und der darin zu formende Gußteil mit Hilfe eines aus mindestens einem an den Formhohlraum angrenzenden Kühlraum (8) der Druckgießform auf die dünnwandige Formschale einwirkenden Kühlmittels auf die Entformungstemperatur abgekühlt wird, das dabei verdampft, das Kühlmittel ggf. den Kühlraum (8) ausfüllt und auf einen den atmosphärischen Druck übersteigenden Druck vorgespannt ist, dadurch gekennzeichnet, daß das schmelzflüssige Metall über seine Schmelztemperatur hinaus erhitzt dem Formhohlraum (16) zugeführt wird, wobei die Formschale nur durch das Metall auf eine in der Nähe der Erstarrungstemperatur des Metalls liegende Temperatur erhitzt wird, und daß in einer an den vollzogenen Formfüllvorgang anschließenden Kühlphase das Verdampfen des flüssigen Kühlmittels an der Außenfläche der dünnwandigen Formschale ausgelöst wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Überdruck, der auf die den Kühlraum (8) ausfüllende Kühlflüssigkeit ausgeübt wird, eine solche Größe hat, daß während des Füllens des Formhohlraumes das Verdampfen der Kühlflüssigkeit unterbunden ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1, in dem das

Verdampfen der Kühlflüssigkeit in der Kühlphase durch ein Bespritzen der Außenfläche der dünnwandigen Formschale ausgelöst wird, dadurch gekennzeichnet, daß das Bespritzen der Formschale je nach der Wandstärke des darin erstarrenden Gußteiles mit einer örtlich veränderlichen Intensität erfolgt.

4. Verfahren nach Ansprüchen 1 und 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Verdampfen gleichzeitig an der gesamten Außenfläche der Formschale ausgelöst wird.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Formfüllvorgang unter Evakuierung des Formhohlraumes erfolgt.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Formfüllvorgang entgegen einem Gasgegendruck durchgeführt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Abkühlungsgeschwindigkeit durch Beeinflussung des Druckes in der Kühlflüssigkeit eingestellt wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Formfüllvorgang mit einer Füllgeschwindigkeit von 5 bis 20 cm/s durchgeführt wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 5, 6 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß nach vollendetem Formfüllvorgang auf das Gießmetall ein Enddruck von höchstens $2 \cdot 10^6$ Pa ausgeübt wird.

10. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9 an einer Druckgießmaschine mit einer Druckgießform, die mindestens einen durch dünne Wände aus einem metallischen Werkstoff hoher Wärmeleitfähigkeit umschlossenen Formhohlraum (16, 16') und im Abstand von der beheizbaren dünnwandigen Formschale (4, 5, 4', 5') angeordnete, mit derselben über mindestens je einen axial druckbelastbaren Stützkörper (3, 26) verbundene äußere Formplatten (1, 2, 1', 2') sowie Einrichtungen zur Kühlung der Formschale (4, 5, 4', 5') durch Verdampfung einer Kühlflüssigkeit (26) an deren Außenfläche aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß anstelle einer Formheizeinrichtung das Gießmetall als Wärmespeicher für die Beheizung der gegen die äußeren Formplatten (1, 2, 1', 2') abgestützten dünnwandigen Formschale (4, 5, 4', 5') vorgesehen ist und daß Mittel zur Regulierung der Intensität der Verdampfung der Kühlflüssigkeit (26) angeordnet sind.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Formschale (4, 5) und den äußeren Formplatten (1, 2) ein einziger zusammenhängender Kühlraum (8) ausgebildet ist, der mit der freien Atmosphäre in stetiger direkter Verbindung steht.

12. Vorrichtung nach Ansprüchen 10 und 11, mit den Kühlraum (8) durchsetzenden Stützstäben (3) zur Abstützung der dünnen Wandung der Formschale (4, 5) gegen die äußeren Formplatten (1, 2), dadurch gekennzeichnet, daß die Stützstäbe (3) aus einem Werkstoff geringer Wärmeleitfähigkeit bestehen und mit einem großen Verhältnis Länge zu Durchmesser ausge-

bildet sind.

13. Vorrichtung nach Ansprüchen 10 bis 12, bei der in den äußeren Formplatten (1, 2) je eine Anzahl jeweils gegen die zugewandte Wandfläche der Formschale (4, 5) ausgerichteter Spritzdüsen (11) vorgesehen ist, gekennzeichnet durch eine derartige Anordnung der Spritzdüsen (11), daß sich deren Spritzkegel zum lückenlosen Bespritzen der beidseitigen Wandflächen der Formschale (4, 5) überschneiden.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand der Spritzdüsen (11) von der Formschale (4, 5) individuell einstellbar ist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Kühlraum zwischen der Formschale (4', 5') und den äußeren Formplatten (1', 2') in zwei in sich geschlossenen Hälften (8') geteilt ist, die ständig durch eine Kühlflüssigkeit (26) ausgefüllt sind.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, gekennzeichnet durch je ein Einlaßventil (21, 22) und ein Auslaßventil (30) zur Einstellung des Druckes der Kühlflüssigkeit (26).

17. Vorrichtung nach Ansprüchen 15 und 16, dadurch gekennzeichnet, daß als Kühlmittel eine Flüssigkeit (26) vorgesehen ist, deren Verdampfungstemperatur beim Atmosphärendruck höher als diejenige des Wassers liegt.

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Werkstoff der dünnwandigen Formschale (4, 5, 4', 5') hochtemperaturfest ist.

Claims

1. A method of die casting a molten metal in a die casting mold which comprises at least one mold cavity (16) surrounded by a thin-walled shell-like mold of a metallic material of high thermal conductivity and wherein the casting to be formed therein is cooled to mold release temperature with assistance from a cooling medium acting upon the thin-walled shell-like mold from at least one cooling chamber (8) of the die casting mold which is adjacent to the mold cavity with attendant evaporation of the cooling medium, the cooling medium eventually filling the cooling chamber (8) and being precompressed to a pressure exceeding atmospheric pressure, characterised in that the molten metal is admitted into the mold cavity (16) while its temperature exceeds the melting temperature whereby the shell-like mold is heated exclusively by the metal to a temperature approaching the solidification temperature of the metal, and in that the evaporation of liquid cooling medium at the external surface of the thin-walled shell-like mold is initiated during a cooling stage which follows the completion of the mold filling operation.

2. A method according to Claim 1, characterised by such magnitude of the superatmospheric pressure which is applied to the cooling liquid

filling the cooling chamber (8) that it prevents evaporation of the cooling liquid during filling of the mold cavity.

3. A method according to Claim 1 wherein the evaporation of cooling liquid during the cooling stage is initiated by spraying the external surface of the thin-walled shell-like mold, characterised in that spraying of the shell-like mold takes place at a locally variable intensity in dependency on the wall thickness of the casting which undergoes solidification in the mold cavity.

4. A method according to Claims 1 and 2 or 3, characterised in that the evaporation is initiated simultaneously along the entire external surface of the shell-like mold.

5. A method according to Claim 1, characterised in that the mold filling operation takes place simultaneously with evacuation of the mold cavity.

6. A method according to Claim 1, characterised in that the mold filling operation takes place against the counterpressure of a gas.

7. A method according to Claim 2, characterised in that the cooling velocity is selected by influencing the pressure of the cooling liquid.

8. A method according to one of Claims 1, 5 or 6, characterised in that the mold filling operation is carried out at a velocity of 5 to 20 cm/s.

9. A method according to one of Claims 1, 5, 6 or 8, characterised in that, upon completion of the mold filling operation, the cast metal is subjected to a final pressure of at most $2 \cdot 10^6$ Pa.

10. Apparatus for the practice of the method according to one of claims 1 to 9 in a die casting machine with a die casting mold which comprises at least one mold cavity (16, 16') which is surrounded by thin walls consisting of a metallic material having a high thermal conductivity and outer mold plates (1, 2, 1', 2') which are disposed at a distance from the heatable thin-walled shell-like mold (4, 5, 4', 5') and each of which is connected therewith by at least one supporting body (3, 26) which is capable of withstanding axial pressures, as well as devices for cooling the shell-like mold (4, 5, 4', 5') by evaporation of a cooling liquid (26) at its external surface, characterised in that in lieu of a mold heating device the metal of the casting constitutes a heat donor for the heating of the thin-walled shell-like mold (4, 5, 4', 5') which is braced against the outer mold plates (1, 2, 1', 2'), and by the provision of means for regulating the intensity of evaporation of the cooling liquid (26).

11. Apparatus according to Claim 10, characterised by the provision of a single coherent cooling chamber (8) which is disposed between the shell-like mold (4, 5) and the outer mold plates (1, 2) and is in continuous direct communication with the surrounding atmosphere.

12. Apparatus according to claims 10 and 11 with supporting rods (3) which extend through the cooling chamber (8) to brace the thin wall of the shell-like mold (4, 5) against the outer mold

plates (1, 2), characterised in that the supporting rods consist of a material having a low thermal conductivity and exhibit a large length-to-diameter ratio.

13. Apparatus according to Claims 10 to 12 wherein a plurality of spray nozzles (11) is provided on each of the outer mold plates (1, 2) and such nozzles are directed against the confronting wall surfaces of the shell-like mold (4, 5), characterised by such disposition of spray nozzles (11) that their spray cones overlap one another in order to ensure gap-free spraying of wall surfaces at both sides of the shell-like mold (4, 5).

14. Apparatus according to Claims 13, characterised by individual adjustability of the distance between the spray nozzles (11) and the shell-like mold (4, 5).

15. Apparatus according to Claim 10, characterised in that the cooling chamber between the shell-like mold (4', 5') and the outer mold plates (1', 2') is divided into two self-contained halves (8') which are continuously filled by a cooling liquid (26).

16. Apparatus according to Claims 15, characterised by discrete inlet valves (21, 22) and an outlet valve (30) for the regulation of the pressure of the cooling liquid (26).

17. Apparatus according to Claims 15 and 16, characterised in that the cooling medium constitutes a liquid (26) whose evaporation temperature at atmospheric pressure exceeds that of water.

18. Apparatus according to one of Claims 10 to 17, characterised in that the material of the thin-walled shell-like mold (4, 5, 4', 5') is resistant to elevated temperatures.

Revendications

1. Procédé pour la coulée sous pression de métal liquide en fusion dans un moule de coulée sous pression qui présente au moins une cavité de moule (16) qui est entourée par un moule coquille à parois minces en une matière métallique de conductibilité thermique élevée et selon lequel la pièce de coulée qui doit y être formée est refroidie à la température de déformation à l'aide d'un fluide de refroidissement agissant sur le moule coquille à parois minces à partir d'au moins un espace de refroidissement (8) du moule de coulée sous pression, voisin de la cavité de moule, le fluide de refroidissement s'y évaporant alors et éventuellement remplissant l'espace de refroidissement (8) et étant tendu préliminairement à une pression dépassant la pression atmosphérique, caractérisé en ce que le métal liquide en fusion, chauffé au-delà de sa température de fusion, est amené à la cavité de moule (16), le moule coquille étant alors chauffé seulement par le métal à une température située au voisinage de la température de solidification du métal, et en ce que dans une phase de refroidissement se

raccordant à l'étape accomplie de remplissage de moule, l'évaporation du milieu liquide de refroidissement est déclenchée sur la face externe du moule coquille à parois minces.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la surpression qui est exercée sur le liquide de refroidissement remplissant l'espace de refroidissement (8) a une amplitude telle que pendant le remplissage de la cavité de moule, l'évaporation du liquide de refroidissement est empêchée.

3. Procédé selon la revendication 1, dans lequel l'évaporation du liquide de refroidissement dans la phase de refroidissement est déclenchée par une pulvérisation de la face externe du moule coquille à parois minces, caractérisé en ce que la pulvérisation du moule coquille a lieu avec une intensité variable localement en fonction de l'épaisseur de paroi de la pièce de coulée qui s'y solidifie.

4. Procédé selon les revendications 1 et 2 ou 3, caractérisé en ce que l'évaporation est déclenchée simultanément sur la face externe totale du moule coquille.

5. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'étape de remplissage de moule a lieu en faisant le vide dans la cavité de moule.

6. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'étape de remplissage de moule est réalisée en présence d'une contre-pression de gaz.

7. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que la vitesse de refroidissement est réglée en influençant la pression dans le liquide de refroidissement.

8. Procédé selon l'une des revendications 1, 5 ou 6, caractérisé en ce que l'étape de remplissage de moule est réalisée avec une vitesse de remplissage de 5 à 20 cm/s.

9. Procédé selon l'une des revendications 1, 5, 6 ou 8, caractérisé en ce qu'après avoir réalisé l'étape de remplissage de moule, on exerce sur le métal de coulée une pression terminale d'au maximum $2 \cdot 10^6$ Pa.

10. Dispositif pour mettre en oeuvre le procédé selon l'une des revendications 1 à 9, dans une machine de coulées sous pression ayant un moule de coulée sous pression qui présente au moins une cavité de moule (16, 16') entourée par des parois minces en une matière métallique de conductibilité thermique élevée et des plaques de moule (1, 2, 1', 2') externes disposées à une certaine distance du moule coquille (4, 5, 4', 5') à parois minces qu'on peut chauffer et reliées à ce moule par l'intermédiaire d'au moins un corps d'appui respectif (3, 26) qu'on peut charger par une pression axialement, ainsi que des dispositifs pour refroidir le moule coquille (4, 5, 4', 5') par évaporation d'un liquide de refroidissement

(26) sur sa face externe, dispositif caractérisé en ce que, à la place d'un dispositif de chauffage du moule, le métal de coulée est prévu en tant que dispensateur de chaleur pour le chauffage du moule coquille à parois minces (4, 5, 4', 5') appuyé contre les plaques externes de moule (1, 2, 1', 2') et en ce qu'on dispose des moyens pour réguler l'intensité d'évaporation du liquide de refroidissement (26).

11. Dispositif selon la revendication 10, caractérisé en ce qu'on réalise entre le moule coquille (4, 5) et les plaques externes de moule (1, 2) un espace de refroidissement unique cohérent (8) qui est en communication directe constante avec l'atmosphère libre.

12. Dispositif selon les revendications 10 et 11, ayant des tiges d'appui (3) traversant l'espace de refroidissement (8) pour supporter la paroi mince du moule coquille (4, 5) contre les plaques externes de moule (1, 2), caractérisé en ce que les tiges d'appui (3) sont constituées par une matière de faible conductibilité thermique et sont réalisées avec un rapport important entre leur longueur et leur diamètre.

13. Dispositif selon les revendications 10 à 12 dans lequel on prévoit dans les plaques externes de moule (1, 2) un nombre respectif de buses de pulvérisation (11) orientées chaque fois contre la face de paroi opposée du moule coquille (4, 5), caractérisé par une telle disposition des buses de pulvérisation (11) qu'il y ait une intersection de leur cône de pulvérisation pour pulvériser sans lacunes les faces de paroi des deux côtés du moule coquille (4, 5).

14. Dispositif selon la revendication 13, caractérisé en ce que la distance entre les buses de pulvérisation (11) et le moule coquille (4, 5) peut être réglée individuellement.

15. Dispositif selon la revendication 10, caractérisé en ce que l'espace de refroidissement entre le moule coquille (4', 5') les plaques externes de moule (1', 2') est subdivisé en deux moitiés (8') fermées sur elles-mêmes et qui sont remplies constamment d'un liquide de refroidissement (26).

16. Dispositif selon la revendication 15, caractérisé par une soupape d'entrée respective (21, 22) et par une soupape de sortie (30) pour régler la pression du liquide de refroidissement (26).

17. Dispositif selon les revendications 15 et 16, caractérisé en ce qu'on prévoit comme fluide de refroidissement un liquide (26) dont la température d'évaporation se trouve plus haut que celle de l'eau à la pression atmosphérique.

18. Dispositif selon l'une des revendications 10 à 17, caractérisé en ce que la matière du moule coquille à parois minces (4, 5, 4', 5') résiste aux températures élevées.

60

65

Fig. 2

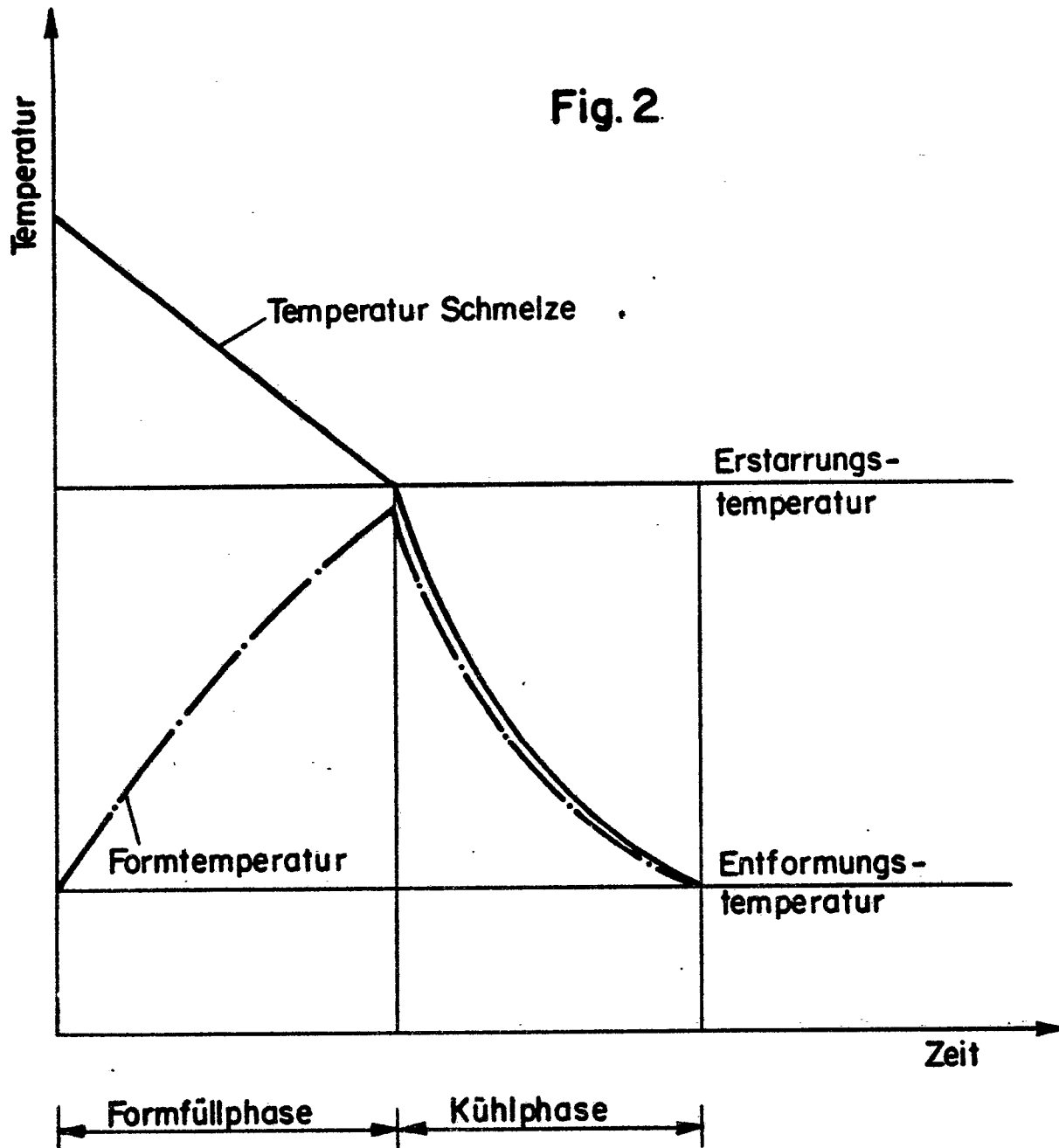


Fig. 3

