

Wasserkühlung von Hohlglasformen

Von Gerd Dahlmann, Düsseldorf-Gerresheim

(Vortrag auf dem HVG-Kolloquium über Formenkühlung und Formenherstellung am 30. Oktober 1979 in Frankfurt (Main))

(Eingegangen am 30. November 1979)

In der vorliegenden Arbeit werden die Eigenschaften von Wasser als Kühlmittel für Hohlglasformen geschildert und die technische Nutzung dieser Eigenschaften im Sinne der Arbeitssicherheit, des Umweltschutzes und der Energieeinsparung in Kurzform umrissen. Anschließend werden die Wasserkühlung nach einem Patent von Owens beschrieben und die Notwendigkeit einer Temperaturregulation

durch ein Regulativ zwischen den Formteilen unter besonderem Hinweis auf das Formenmaterial erläutert.

Am Beispiel eines Standardgebläses werden die Kosten für Luft- und Wasserkühlung einander gegenübergestellt. Die vorliegenden Ergebnisse bezüglich Formenkosten, Sorten und Menge der produzierten Flaschen mit wassergekühlten Formen liegen in wirtschaftlich vertretbarem Rahmen.

Water cooling of container moulds

The properties of water as a cooling agent for glass container moulds are considered and the technical application of these properties is briefly considered from the points of view of safety in working, environmental protection and energy conservation. Application of water cooling according to a patent by Owens is described and the necessity of temperature control through regulation between the

parts of the mould with particular consideration of the mould materials is explained.

The costs for normal air cooling and water cooling are compared for a standard fan as example. The results show the range of additional mould costs and types as well as quantities of containers that lie in the range of economic costs with water cooling.

Refroidissement par eau des moules de verre creux

Les propriétés de l'eau en tant qu'agent réfrigérant pour moules de verrerie sont décrites et l'exploitation technique de ces propriétés au point de vue sécurité du travail, protection de l'environnement et économie d'énergie est esquissée. Enfin, le refroidissement par eau est décrit d'après un brevet d'Owens et la nécessité de réguler la température à l'aide d'un capteur placé entre les parties de moule en insistant particulièrement sur le matériau du moule est commentée.

A partir de l'exemple d'une soufflerie standard, les coûts du refroidissement par air et par eau sont comparés. Les résultats présents en ce qui concerne le prix de revient des moules, le type et la quantité de bouteilles produites permettent de dire que le refroidissement par eau est une solution défendable du point de vue économique.

Bei der automatischen Behälterglasherstellung wird allgemein Luft zur Kühlung der Formen eingesetzt. Versuche, auch andere Kühlsysteme zu entwickeln, befaßten sich u. a. mit der Wasserkühlung. Im folgenden werden Erfahrungen mit der Wasserkühlung nach einem Patent von Owens, Illinois [1] mitgeteilt.

1. Vor- und Nachteile der Wasserkühlung

Wasser als Kühlmittel arbeitet geräuschlos, sicher, sauber und billig, womit die für die heutige Situation positiven Aspekte genau umrissen sind.

Die Humanisierung der Arbeitswelt verlangt die Lärmbekämpfung. Wasser kühlt geräuschlos. Der Lärm, den Luftkühlung erzeugt, ist von der Luftgeschwindigkeit abhängig. Da der Trend in den letzten Jahren zu immer höheren Gebläsedrücken ging, hat die Lärmbelastung durch die Kühlluft an den Maschinen die Grenzen des Zumutbaren erreicht.

Die Sicherheit des Arbeitsplatzes wird ebenso gefordert. Die Wasserkühlung nach Owens arbeitet mit niedrigen Temperaturen und Drücken, so daß auch bei

einem Leck keine Unfallgefahr besteht. Undichte Stellen im Kühlsystem fallen sofort auf und können gefahrlos beseitigt werden.

Als Kühlwasser wird Umlaufwasser verwendet. Es belastet und verschmutzt die Umwelt nicht. Die Wärmebelastung am Arbeitsplatz wird sogar geringer, da die Wärme zu einem Kühlturm transportiert wird. Im Kühlturm kann eine Trockenkühlung eingesetzt werden, um eine Umweltbelästigung durch Dampf zu vermeiden. Außerdem ist der Einsatz eines Wärmetauschers möglich, über den die Wärme an einen zweiten Kühlwasserkreis abgegeben wird. Ob ein Einkreis- oder Zweikreis-Kühlsystem eingesetzt wird, hängt von einer Reihe von Umweltbedingungen ab, die durch den Standort des betreibenden Werkes vorgegeben sind.

Wasser als Kühlmittel ist darüber hinaus billig, weil es nur in kleinen Mengen zur Füllung des Kreislaufs benötigt wird und durch Leckagen und Verdampfung nur unwesentliche Verluste auftreten.

Die Wasserkühlung hat allerdings auch einen wesentlichen Nachteil. Bei einem Leitungsdruck von 4 bar

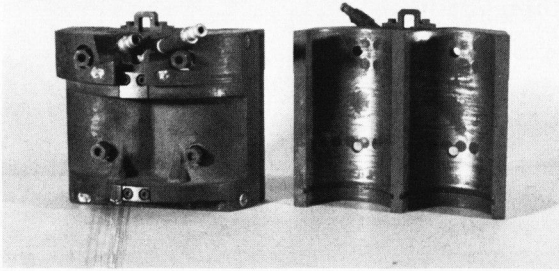


Bild 1. Mantelform einer nach Owens [1] wassergekühlten Glasform.

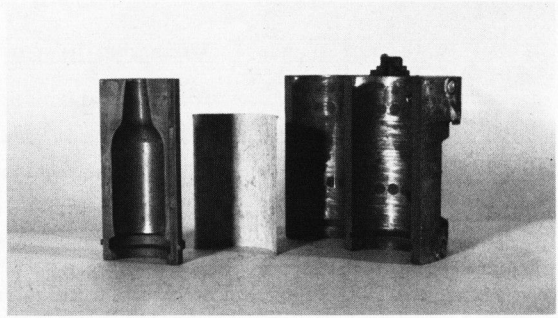
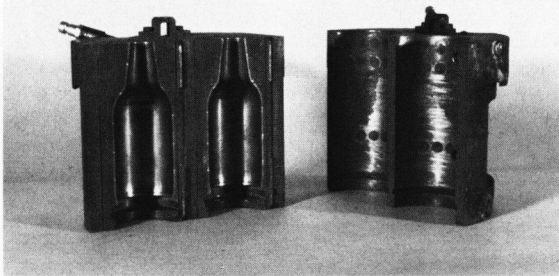


Bild 3. Formenteile einer wassergekühlten Glasform: Schale mit Flaschenform, Zwischenschicht, Mantelform.



a)



b)

Bilder 2a und b. Wassergekühlte Glasform; a) Schale mit Flaschenform; b) Mantelform mit eingebauter Schale.

hat das Wasser einen Siedepunkt von etwa 423 K. Die Formenwandtemperatur am Glas muß aber etwa 800 K betragen, damit die Oberfläche der Glasbehälter blank wird. Diese Temperaturdifferenz erschwert eine Steuerung der Kühlung mit Wasser sehr. Bei siedendem Wasser würden die Ablagerungen aus dem Wasser die Mantelform schnell verkrusten und zu einer Änderung des Wärmeüberganges führen. Auf dieser Erkenntnis baut das Owens-Patent auf.

2. Aufbau der wassergekühlten Glasform

Die mehrteilige Glasform besteht zunächst aus einer Mantelform, die vom Wasser durchflossen wird (Bild 1). In die Mantelform wird eine Schale mit der Flaschenform eingebaut (Bilder 2a und b). Zwischen dem Mantel und der Schale sitzt eine Zwischenlage, die der wichtigste Bestandteil der wassergekühlten Glasform ist (Bild 3). Diese Zwischenlage reguliert den Wärmedurch-

gang so, daß an der Kontaktfläche der Form zum Glas etwa 800 K eingehalten werden können, ohne daß das Kühlwasser zu sieden beginnt.

Die Zwischenlage wird in Form einer Packung ausgebildet, für die Lagen aus Graphitfolie und Asbestgewebe verwendet werden. Auf diesem Wege läßt sich über sehr kleine Dickenabmessungen der Isolierschicht deren Wärmeleitfähigkeit in verhältnismäßig weiten Grenzen einstellen. Der Bereich zu niedrigeren Wärmeleitfähigkeitswerten kann wesentlich erweitert werden, indem man in der Isolierschicht Durchbrechungen vorsieht. Dadurch kann der Wärmeübergang noch um weitere 40 % beeinflusst werden.

Für den Wärmeübergang ist ein guter Kontakt aller sich berührenden Wärmeleitflächen notwendig. Dieser innige Kontakt muß bei der Montage der Formenelemente berücksichtigt werden. Hinzu kommt, daß die Montagebedingungen bei allen Formen gleich sein müssen.

Außer den genannten Isoliermaterialien können auch andere Stoffe eingesetzt werden, z. B. harte poröse Schichten aus Metall- und Nichtmetallgemischen. Jedoch wird in solchen Fällen der Einfluß der Abmessungen entweder der Materialien oder der Werkzeuge die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens beeinträchtigen. Würde man z. B. mit einem Luftspalt arbeiten, so würden Werkzeugabmessungen notwendig sein, die kleiner sind als der bei der Fertigung der Werkzeuge vorhandene Toleranzbereich.

Zur Zeit erfordert die Zwischenlage noch einen erhöhten Aufwand an Berechnungen und Korrekturen nach dem Anlaufen in der Maschine und Werkstattarbeit. Deshalb konzentriert sich die Entwicklungsarbeit besonders auf die Verbesserung dieser Zwischenschicht. Nicht zuletzt ist es auch wichtig, die Wasserzuführung (zu hohe Anzahl an Schläuchen) zu verbessern.

3. Betriebskosten der Wasserkühlung

Das erwärmte Wasser gelangt über Leitungen zu einem Wärmetauscher, gibt dort seine Wärme ab und kehrt zur Form zurück. Die Wassermenge wird so bemessen, daß kein Kesselstein durch eine zu hohe Aus-

gangstemperatur anfällt. Für eine 8-Stationen-IS-Maschine wird dabei eine Wassermenge von 6 bis 8 m³/h zugrunde gelegt.

Die Betriebskosten der Wasserkühlung sind gegenüber der Gebläsekühlung wesentlich geringer, wobei die mögliche Energieeinsparung durch den Fortfall des Gebläses vom Leistungsbedarf an der Gebläsewelle und von der Gebläseauslastung abhängt.

Beispiel:

Standardgebläse von	50 000 m ³ /h
Gebläsedruck	7 400 Pa
Leistungsbedarf	134 kW
Gebläseauslastung	75 %
Strompreis	9,01 DPf/kWh
Energieersparnis beim Gebläse etwa	44 000,— DM/a
abzüglich Betriebskosten für Wasserkühlung etwa	8 000,— DM/a
Einsparung etwa	36 000,— DM/a

Bei Formen, die eine zusätzliche Druckluftkühlung erfordern, ergibt sich eine noch höhere Energieeinsparung, da bei der Wasserkühlung keine Druckluft eingesetzt werden muß.

Außerdem sind die Formenkosten bei wassergekühlten Formen niedriger, weil die Fassonschalen billiger sind. Weiter können die Mantelformen für verschiedene Fassons von fast gleicher Höhe eingesetzt werden. In einem Zweigwerk der Gerresheimer Glas AG, in dem inzwischen etwa 20 Mio. Bierflaschen mit wassergekühl-



Bild 4. Mit wassergekühlten Glasformen hergestellte Flaschen.

ten Formen produziert worden sind, wurde auch eine längere Lebensdauer der Werkzeuge beobachtet.

Auf Grund des derzeitigen Entwicklungsstandes der Owens-Wasserkühlung von Glasformen wird dieses Kühlsystem bei der Gerresheimer Glas AG nur bei Langlaufsorten in der Flaschenherstellung (Bild 4) eingesetzt, um den Aufwand an Vorbereitung und Unterhaltung der Formen in einem vertretbaren technischen und wirtschaftlichen Rahmen zu halten.

4. Literatur

- [1] Colchagoff, R. D.: Verfahren und Vorrichtung zum Formen von durch Wärme erweichbarem Material. OS.-Nr. 22 22 137. Kl. C 03 B, Gr. 9/38. Pat. ab 5. 5. 1972, Offenleg. 23. 11. 1972. 80R2040