

Modulares Ventilkonzept

Makellos, spannungsfrei und formgenau

Eine wesentliche Komponente zur zuverlässigen Umsetzung der variothermen Temperierung ist die Ventilstation zwischen Temperiergeräten und Spritzgießwerkzeug. Speziell für die variotherme Temperaturführung entwickelte Bürkert Fluid Control Systems, Ingelfingen, ein neues Ventil-Baukastensystem, das aufgrund seiner Modularität flexibel an die spezifischen Systemanforderungen angepasst werden kann.

Fotos: Bürkert



Neue Werkzeugtechnologien und Ventilkonzepte erschließen eine effiziente Anwendung der variothermen Temperierung beispielsweise bei der Serienfertigung von Flachbildschirmen (auf dem Bildschirm: Sechsfach-Ventilstation, Abb.2)

Beim Spritzgießen steigen die Anforderungen an die Formteile hinsichtlich Oberflächengüte und Formgenauigkeit stetig. Das Ziel sind verzugs- und spannungsfreie Werkstücke mit sehr hoher Form- und Abbildungsgenauigkeit und makelloser Oberfläche ohne Bindenähte in Klavierlackqualität. Innovationstreiber waren Anfang der 90iger Jahre insbesondere die Mikrosystemtechnik und die daraus resultierende Forderung, kleinste Bauteile im Mikrobereich abbilden zu können. Heute stehen neben der Abbildungsgenauigkeit zunehmend Forderungen an Oberflächenqualität, Formgenauigkeit und Effizienz im Fokus. Aus diesen Ansprüchen entwickelten sich die Anfänge der variothermen Temperaturführung. In Verbindung mit neuen Werkzeugtechnologien und Ventilkonzepten ist mittlerweile eine effiziente und serientaugliche Anwendung der variothermen Temperierung auch in der Massenproduktion der Automobil- und der Konsumgüterindustrie möglich, so auch bei der Herstellung von Flachbildschirmen.

Um die teilweise gegensätzlichen Anforderungen - makellose Oberfläche, hohe Formteilgenauigkeit und kurze Zykluszeiten - in Einklang zu bringen, müssen alle Kom-

Modulare Ventilbauweise

Vorteile der modularen Ventilbauweise:

- kein Aufwand für Verrohrung zwischen den Ventilen,
- sehr kleine und kompakte Bauweise,
- „Totvolumen“ zwischen den Ventilen auf ein Minimum reduziert,
- werkzeugnahe Platzierung des Ventilblocks, daher geringes „Totvolumen“ zwischen Ventilblock und Spritzgießwerkzeug,
- Reduzierung der wärmeabstrahlenden Oberflächen,
- Integrierbarkeit von Sensoren (Druck, Temperatur, Durchfluss),
- offenes Ventilkonzept zur Realisierung von Ventilknoten, von Sammlung oder Verteilung von Medienströmen.

ponenten des Systems „Spritzgießen“ optimal aufeinander abgestimmt werden. Hierzu gehören neben dem Werkstoff insbesondere die Werkzeugtechnik mit integrierten Kühlkanälen sowie die Temperiertechnik für eine schnelle Erwärmung und Abkühlung des Werkzeugs.

Varianten der variothermen Werkzeugtemperierung

Im Gegensatz zur konventionellen Temperierung, bei der die Temperatur des Umlaufmediums konstant gehalten wird, wird sie bei der variothermen Temperierung innerhalb eines Spritzzyklus bewusst verändert. So liegt die Werkzeugwandtemperatur zum Zeitpunkt des Einspritzens ca. 10 bis 30 K oberhalb der Glasübergangstemperatur des Kunststoffes. Nach dem Einspritzen wird rasch abgekühlt bis zur Entformungstemperatur des Kunststoffes. Auf diese Weise lassen sich Kunststoffteile mit hochglänzenden, bindenahtfreien, makellosen Oberflächen ohne jegliche Verformungen oder Fließbilder produzieren. Für die variotherme Temperaturführung existieren mehrere Technologien auf dem Markt. Je nach Verfahren erfolgt das schnelle Aufheizen des

Werkzeugs durch

- induktive Erwärmung im elektromagnetischen Wechselfeld [1],
- Infrarotbestrahlung der Werkzeugkontur,
- Erwärmung mit Laserstrahlung [2],
- Erwärmung mit kavitätsternen keramischen Heizelementen[3],
- Erwärmung mit Heißwasser [4] oder
- Erwärmung mit Dampf [5].

Allen Methoden gemeinsam ist die schnelle Abkühlung über eine Flüssigkeitskühlung bis zur Entformungstemperatur des Kunststoffes.

Als bewährte Technologie ist die Temperierung mit Medien wie Wasser oder Dampf stark verbreitet. Abb. 1 zeigt solch ein grundsätzliches Verfahrenskonzept zur variothermen Temperaturführung mit flüssigen Medien, wie es z.B. von der Single Temperiertechnik GmbH, Hochdorf, als ein Innovationsführer dieser Technik, erfolgreich eingesetzt wird. Dabei werden zwei Temperaturregelkreise für das Heizen und Kühlen benötigt. Der Heizkreis dient der Erwärmung der Werkzeugwandtemperatur auf die Glasübergangstemperatur des Kunststoffes. Der Kühlkreis sorgt für die Abkühlung des Kunststoffes nach dem Einspritzen unterhalb seiner Ausformungstemperatur. Das Umschalten von Heizen auf

Kühlen übernimmt eine zwischen Werkzeug und Temperiergerät geschaltete Ventilstation. Während der Aufheizphase fließt ausschließlich bis zu 200°C heißes Medium durch das Werkzeug. Der Kühlkreis ist währenddessen über ein Bypassventil kurzgeschaltet. In der Kühlphase fließt nur kaltes Medium durch das Werkzeug. Jetzt ist der Heizkreis über ein Bypassventil kurzgeschaltet. Die Bypassschaltung stellt einen kontinuierlichen Betrieb der beiden Temperiergeräte sicher.

Das Konzept hat zwei wesentliche Vorteile: Es kann ohne große Investitionen an bestehenden Werkzeugen erprobt werden und die Qualitätsverbesserung ist sofort sichtbar. Optimierungen hinsichtlich der Zykluszeiten erfordern jedoch auch einen Eingriff in die Werkzeugtechnik und die Anordnung der Kühlkanäle.

Mit konturnaher Temperaturführung kombinieren

Unter der Bezeichnung „konturnahe Temperaturführung“ entstanden in den letzten Jahren neue Fertigungstechnologien, mit deren Hilfe die Temperierkanäle sehr nahe an die Werkzeugwand herangeführt werden können und die Kanäle auch entsprechend der Kontur der Kavität nachgeführt sind. Hiermit wird ein schneller und effektiver Wärmeübergang zwischen Wärmeträger und Kavi-

tät sowohl für das Aufheizen der Werkzeugwand als auch für das Abkühlen auf Entformungstemperatur erreicht. Solche Werkzeugtechnologien sind bekannt unter dem Begriff „segmentierte Werkzeugtemperierung“ [6] oder „Lasercusing“ [7, 8]. Durch Kombination der „konturnahen Temperierkanäle“ mit der „variothermen Temperierung“ lässt sich sogar der anfänglich erwähnte Widerspruch zwischen kurzen Zykluszeiten und hoher Werkstückqualität auflösen, ohne dass auf Kosten der Qualität die Zykluszeit verkürzt wird. Im Gegenteil: Es wird sogar eine Erhöhung der Werkstückqualität erreicht.

Mehr Kühlkanäle, weniger Durchfluss

Hinsichtlich Anzahl der Kühlkanäle gilt: Je mehr Kühlkanäle durch das Werkzeug führen und je näher die Kühlkanäle an der Kavität geführt werden, desto genauer kann der Temperiervorgang dosiert und umso besser kann er kontrolliert werden. Voraussetzung: Jeder Kühlkanal verfügt über eine eigene Temperaturregung. Dies wirkt sich auf die Gestaltung der Spritzgießwerkzeuge und auf die Geräte zur Temperierung wie folgt aus:

- Die Anzahl der Kühlkanäle steigt.
- Der Kühlmitteldurchfluss je Kühlkanal sinkt bis auf teilweise unter 0,3 l/min.
- Die Peripherie (z.B. Ventiltechnik, Sensorik) zur Temperierung der Werkzeuge muss variabel je nach Anzahl der Kühlkanäle anpassbar sein.

Angepasste Ventiltechnik mittels Baukastensystem

Eine wesentliche Komponente zur zuverlässigen Umsetzung der variothermen Temperierung ist die Ventilstation zwischen Temperiergeräten und Spritzgießwerkzeug. Eine solche Ventilstation muss folgende wesentliche Anforderungen erfüllen:

- max. Temperaturbelastung von 200°C,
- Temperaturwechselzyklen von $\Delta T \approx 150^\circ C$,
- max. Druck von 16 bar,
- keine Heiß/Kalt-Vermischung in den Temperiergeräten,
- geringes Flüssigkeitsvolumen zwischen Ventilstation und Werkzeug,
- flexibel erweiterbar je nach Anzahl der Kühlkreise,
- kompakte Baugröße,

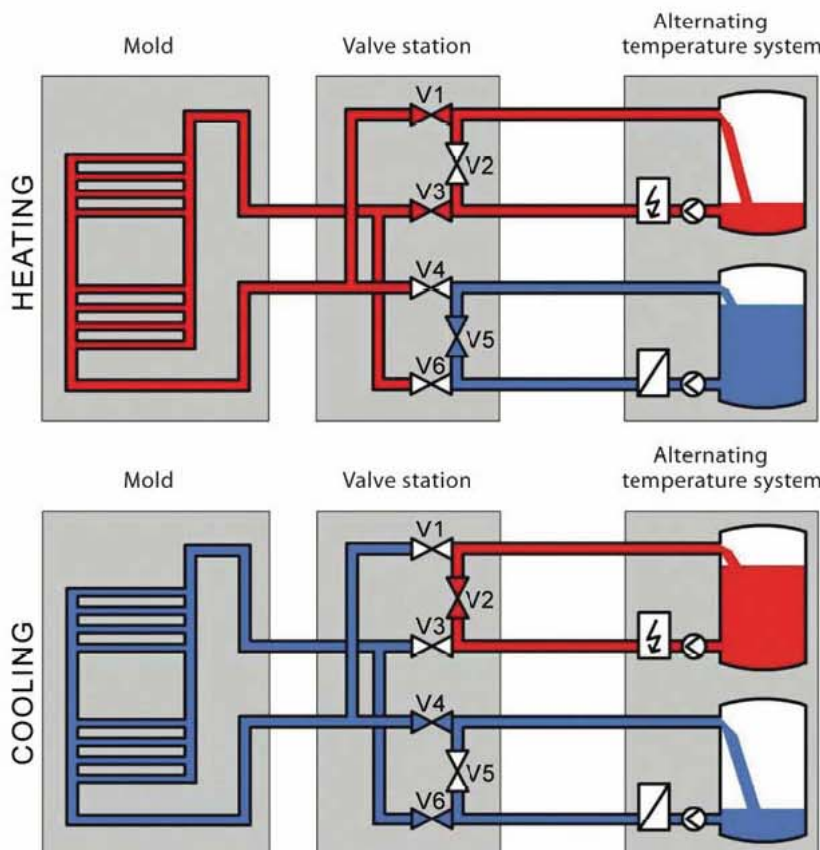


Abb. 1: Konzept der variothermen Temperierung mit flüssigen Medien

Quelle: Single



Abb. 3: Dreifach-Verteiler mit Durchfluss- und Temperaturmessung

- werkzeugnahe Anordnung oder integrierbar in Spritzgießwerkzeug sowie
- unempfindlich gegenüber verschmutzten Temperiermedien.



Abb. 4: Sechsfach-Ventilknoten für die variotherme Temperierung in der Ventillinnweite DN20

sechs pneumatisch angetriebenen Ventile über einen Vorsteuerblock, der in Abhängigkeit vom Spritzzyklus die Ventile zwischen heiß und kalt umschaltet. Der Ventilblock kennt drei Zustände:

- Ruhezustand: Bypassventile V2 und V5 geöffnet
- Heizen: Ventile V1, V3 und V5 geöffnet
- Kühlen: V2, V4 und V6 geöffnet

Das Herzstück der modularen Bauweise bildet ein Grundmodul mit acht Anschlussmöglichkeiten in Form eines „Kreuzverteilers“ und einem kompakten Pneumatiktrieb mit 30 mm Antriebsdurchmesser und Nennweite DN10 in Edelstahlausführung. Je nach Anforderungen des Kunden werden die Grundmodule entsprechend der erforderlichen fluidischen Wege mechanisch bearbeitet und zu einem Gesamtsystem zusammengesetzt. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, die Grundmodule mit Durchfluss-, Druck- oder Temperatursensoren zu bestücken. Abb. 3 zeigt ein Beispiel eines Dreifach-Verteilers mit Temperaturmessung im Zulauf und Durchflussmessung im Abgang. Hinsichtlich der Modularität gibt es bei diesem Konzept keine Grenzen. Die Kombinationsvielfalt ist so groß, dass sich nahezu unendlich viele Lösungen konfigurieren lassen.

Für Durchflüsse, bei denen eine größere Nennweite als DN10 erforderlich ist, entwickelte Bürkert ein Gehäusekonzept für die Nennweiten DN20 und DN25, das sich ähnlich modular kombinieren lässt. Im Gegensatz zu der DN10-Ausführung ist das Grundgehäuse so konzipiert, dass es mit Stan-

dard-Schweißverfahren (Orbital-Schweißzangen) einfach zu kundenspezifischen Lösungen zusammengesetzt werden kann. Als pneumatische Antriebe werden die bewährten Antriebe in den Nennweiten DN20 und DN25 aus dem Bürkert-Element-Programm verwendet. Hierdurch ist sichergestellt, dass Verbesserungen aus dem Standardbereich auch bei kundenspezifischen Lösungen in der bewährten hohen Qualität nachgeführt werden können.

Literatur

Speziell für die variotherme Temperaturführung entwickelte Bürkert ein neues Ventil-Baukastensystem, das aufgrund seiner Modularität flexibel an die spezifischen Systemanforderungen angepasst werden kann. Abb. 2 zeigt einen aus sechs Einzelventilen zusammengesetzten Sechsfach-Ventilblock, mit dem die in Abb. 1 gezeigten Funktionen erfüllt werden können. In Kombination mit einem Heiß- und einem Kaltwasser-Temperiergerät lässt sich somit ein Temperaturwechselsystem zur variothermen Temperierung von Spritzgießwerkzeugen einfach realisieren. Dabei erfolgt die Ansteuerung der

[1] Walter, T.: Geräte und Verfahrenstechnik zur induktiven Werkzeugtemperierung beim Mikrospritzgießen. Universität Stuttgart, IKFF, Dissertation, 2003
 [2] Michaeli, W.; Klaiber, F.; Schöngart, M.: Variotherme Temperierung mit Laserstrahlung: Kunststoffe 8 (2010), S.66-70
 [3] Gries, H.: Kühlen und Temperieren mit System – Thermische Prozessführung sicher beherrschen: Kunststoff-Berater 9 (2010).
 [4] Gruber, K.-H.: Heiß macht schön. Plastverarbeiter 7 (2008)

[5] Hofmann, S.: Matt oder Glanz – Ohne Lack. Plastverarbeiter 5 (2010)
 [6] Küls, N.: Ganz nah dran. Plastverarbeiter 3 (2009).
 [7] Herzog, F.: Lasercusing ermöglicht konturnahe Kühlung in Werkzeugkernen und -einsätzen. Maschinenmarkt 10 (2007)
 [8] ATT - Variotherme Flüssigkeitstemperierung von Spritzgießwerkzeugen mit oberflächennahen Kühlkanälen. Broschüre der Single Temperiertechnik GmbH

AUTOR



Dr. Egon Huefner
 Segment Manager Cooling
 Christian Bürkert GmbH
 und Co. KG
 D-74653 Ingelfingen
 www.burkert.com

KONTAKT

SINGLE Temperiertechnik GmbH
 D-73269 Hochdorf
 www.single-temp.de