Autor: Michael Kügelgen, Fotos: MK Technology

Rotlicht-Milieu

Schnelle Schalenherstellung beim Feinguss

Mit dem Cyclone-Schnelltrocknungsverfahren lassen sich mit Hilfe von mittelwelligem Infrarotlicht Trocknungszeiten von Keramikschalen für Feingussteile auch mit wasserlöslichen Schlickern erheblich verkürzen. Der Bericht beschreibt, wie die neue Technik funktioniert, welche Vorteile sie hat und wo sie eingesetzt wird.

Bild 1: Das Herzstück der Anlage ist die Hochgeschwindigkeits-Trocknungskammer: Hoch turbulente und vorgetrocknete Luft sorgen zusammen mit Infrarotlicht bei etwa 25 °C für eine gleichmäßige und schnelle Trocknung.

„Wir können 45 Jahre Erfahrung im Feingießen über Bord werfen, zumindest was die Trocknung der Keramikschale betrifft." Mit dieser Aussage brachte der Betriebsleiter einer großen europäischen Feingießerei seine Erfahrungen, die er mit dem Cyclone-Schnelltrocknungsverfahren der Firma MK-Technology aus Grafschaft gemacht hatte, auf den Punkt. Mit dieser neuen Technik können die Trocknungszeiten der Keramikschalen für Feingussteile auch mit wasserlöslichen Schlickern erheblich verkürzt werden (**Bild 1**).

Bisher dauerten die Schalenaufbauzeiten mit wasserlöslichen Schlickern zwei bis drei Mal länger als mit alkoholischen Schlickern. Dadurch erhöhte sich die Lieferzeit erheblich, was insbesondere heute für die Hauptabnehmer von Feinguss, die Automobil-, Flugzeug- und Triebwerksindustrie, nicht mehr akzeptabel ist. Da 95 % der Formbauzeit Trocknungszeit ist, musste diese deutlich verkürzt werden, sollte der Schalenfeinguss auch im Bereich Rapid Prototyping zukünftig eine Rolle spielen. Hier setzt die Entwicklung von MK Technology an.

Deutlich verschärfter MAK-Wert

Kamen anfangs für Feingussmodelle als keramische Überzugsmasse vorwiegend alkoholische Kieselsole zum Einsatz, so genannte Alkosole, sind diese Schlicker heute zum großen Teil durch wasserlösliche Systeme ersetzt. Zum einen war dies durch die deutlich geringeren Kosten des wasserlöslichen Binders bedingt. Hauptgrund war aber sicher der deutlich verschärfte MAK-Wert (Maximale Arbeitsplatzkonzentration), der letztendlich den alkoholischen Schlicker mit seinem süßlichen, an Klebstoff erinnernden Geruch aus den Keramikhallen der Feingießereien in Europa verdrängte. Was gut für Mensch, Umwelt und letztlich auch die Unternehmensmarge ist, muss nicht zwingend förderlich für die Technik und den Prozess sein.

Der Standardschalenaufbau mit wasserlöslichen Schlickersystemen kann nämlich durchaus eine Woche und länger dauern. So verwundert es kaum, dass viele Feingießereien sich nur sehr ungern von flüchtigen, alkoholischen Schlickern verabschiedeten, verlängerten sich die Durchlaufzeiten doch erheblich. Das ist sicherlich auch ein Grund dafür, dass immer noch nicht komplett auf wasserlösliche Schlickersysteme umgestellt wurde, denn der Feingießprozess ist grundsätzlich schon sehr langwierig und komplex. Schnelle Designchecks oder Nullserien sind mit dieser Technik nicht möglich, und Lieferzeiten von mehreren Wochen – mitunter sogar Monaten – sind deshalb heute eher die Regel als die Ausnahme. Da die Auftragsbücher der Feinguss-Hauptkunden gut gefüllt sind, geht es der Feingussindustrie derzeit ausgesprochen gut – und entsprechend drastisch haben sich noch einmal die Lieferzeiten verlängert. Der Kunde muss es, wenn auch zähneknirschend, akzeptieren.

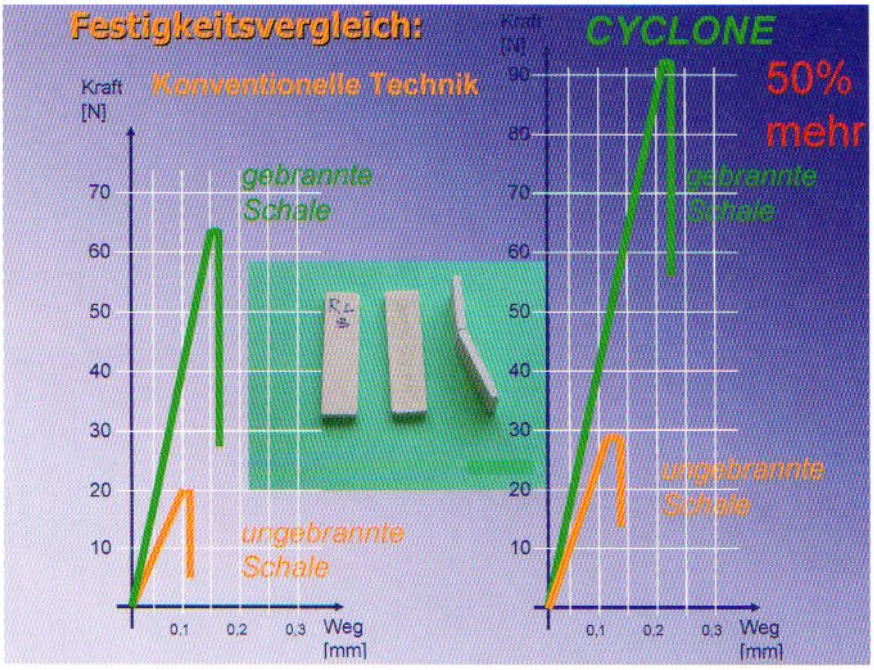

Bild 2: Festigkeitsvergleich: Die neue Schnelltrocknung verkürzt nicht nur die Bauzeit der Keramikschale, sie erhöht auch ihre Festigkeit, und zwar die Grünfestigkeit (ungebrannte Schale) ebenso wie die der fertig gebrannten Schale.

Beschleunigte Formtrocknung

Der Sondermaschinenbauer MK Technology ist spezialisiert auf den Bereich Rapid Prototyping und somit auch darauf, schnelle Fertigungstechniken zu entwickeln. An sich war auch diese Aufgabe einfach: Es musste nur das im Schlicker enthaltene Wasser schonend und so schnell wie möglich herausbefördert werden. Das darunter liegende Wachsteil sollte daraus ebenso unbeschadet hervorgehen wie die für die Festigkeit der Schale so wichtige Verbindung des Schlickers unbeeinflusst bleiben sollte.

Die Verwendung von wasserbindenden Additiven schied von vornherein aus zwei Gründen aus: Erstens hätte sich der Wasseraustrag nur auf einen späteren Zeitpunkt verschoben, und zweitens ist ein geänderter Chemismus im Bereich Feinguss mit seinen sehr komplexen Prozessschritten nur schwer durchzusetzen. Auch Versuche, die Trocknung durch den Einsatz von Vakuum zu beschleunigen, waren nur bedingt erfolgreich. Zwar ließ sich das Wasser durch den Unterdruck überraschend schnell entfernen, gleichzeitig wurde jedoch so gut wie jegliche Bindung verhindert und die Schale fiel beim nächsten Tauchvorgang in großen Stücken ab.

Der Durchbruch bei dieser Entwicklung gelang durch bewusstes Ignorieren aller im Feinguss üblichen so genannten Trocknungsregeln und Beschreiten des folgenden logischen Weges: Es wurde eine extrem turbulente Luftströmung mit Windgeschwindigkeiten bis zu 12 m/s erzeugt. Dabei drehte sich die Traube langsam und kontinuierlich um die eigene Achse, um eine Gleichmäßigkeit der Anströmung zu erreichen.

Da durch die hohe Luftgeschwindigkeit und die daraus resultierende Verdunstungskühlung das Wachs einen

Information: Was ist Feinguss?

Feingießen ist die wohl älteste Urformtechnik überhaupt – bereits vor über 5000 Jahren stellten die Menschen in Vorderasien und Indien so den ersten Bronzeguss her. Während und nach dem 2. Weltkrieg erlebte diese Gießtechnik dann eine regelrechte Renaissance. Motoren- und Flugzeugbauer ebenso wie Rüstungsbetriebe setzten verstärkt auf die hoch präzisen Teile aus der Schale. In Deutschland entdeckte der Nähmaschinenhersteller Pfaff diese Technik als erster wieder, und es entstanden auch hierzulande immer mehr Feingießereien, die ihre Dienstleistung anboten.

Feinguss, Wachsausschmelzverfahren und Investment Casting – das sind alles Begriffe für ein und dasselbe Verfahren, das so funktioniert: An einen zentralen Stamm oder auch ein Gießsystem werden ein oder mehrere Wachsteile geklebt. Diese Wachstraube wird nun zuerst in eine keramische Flüssigkeit, den so genannten Schlicker, getaucht, und anschließend mit feuerfestem Sand bestreut. Früher wurden die Arbeiten manuell durchgeführt, heute erledigt dies in der Regel ein programmierbarer Knickarmroboter.

Nach dem Besanden muss die Schicht mehrere Stunden bis zu einem Tag trocknen, bevor sich der Vorgang vom Beschlickern und Besanden wiederholt. So lassen sich je nach Bauteilgeometrie und Größe sieben bis 20 Schichten aufbringen. Nach einer Abschlusstrocknung wird das Wachs in einem Autoklav durch Dampf und Hitze ausgeschmolzen. Die leere Keramikform wird abschließend bei 900 bis 1200 °C gebrannt und ist fertig für den Guss.

Sobald dieser erstarrt ist, wird die Schale in großen Stücken abgeschlagen, der Rest in einer Sandstrahlkabine entfernt. Nach dem Abtrennen vom Stamm und dem Finishen ist das Teil fertig und durchläuft abschließend die Qualitätsprüfung.

Feinguss ist mit all den verschiedenen Zwischenschritten ein recht aufwändiges Verfahren, das viel Know-how und jahrelange Erfahrung voraussetzt. Es sind zwei Teile zu zerstören, nämlich Wachsteil und Keramikschale, um letztlich das Gussteil zu erhalten. Und ein Fehler zeigt sich in der Regel auch erst, nachdem der komplette Prozess abgeschlossen ist. Aber es ist auch das Verfahren, das sehr präzise und hoch belastbare Metallgussteile ermöglicht. Und Metalle wie Titan und Superlegierungen, z.B. Chrom-Kobalt, sind nur im Feingießverfahren zu gießen.

Bild 3: Cyclone ist eine „Minifabrik" zur schnellen Formschalenherstellung; vollautomatisch lässt sich hiermit eine Schale in weniger als 4 h aufbauen.

Temperatursprung von bis zu 10 °C erfuhr, galt es, dies zu kompensieren. Die Lösung des Problems gestaltete sich so einfach wie preiswert und stammt ursprünglich aus der Medizintechnik: Es wurde mittelwelliges Infrarotlicht installiert, um die Temperaturdrift zu verhindern und auf vorwählbare 25 bis 30 °C festzulegen. Da Wachs und Keramikschale nicht nur sehr empfindlich auf Unterkühlung, sondern auch auf Überhitzung reagieren, galt es, den Luftstrom zu klimatisieren, um die Temperatur auch nach oben hin zu begrenzen. Eine Klimaanlage, die mit einem Bypass an den Hauptstrom angeschlossen ist, regelt die Schalentemperatur auf ±1 °C genau. Die Feuchte der beschleunigten und aufbereiteten Luft wird zusätzlich mit Hilfe eines Adaptionstrockners auf 10 bis 15 % gedrückt. Alle Parameter, speziell die Kammer- und Schalentemperatur und Feuchte, werden durch eine komplexe Sensorik überwacht und an eine SPS (Speicherprogrammierbare Steuerung) geschickt, die den gesamten Prozess regelt.
Das Ergebnis, erzielt mit Kenngrößen fernab der klassischen Feingießpraxis, ist beeindruckend. Trocknungszeiten von 24 h pro Überzug ließen sich auf 30 min reduzieren, eine Schale mit sieben Schichten ließ sich in weniger als 4 h fertigstellen. Und entgegen der technischen Lehrmeinung, dass ein Vorteil in einem Bereich meist durch den Nachteil in einem anderen teuer erkauft wird, war es hier genau umge-

+++ Ticker +++ Ticker +++ Ticker +++ Ticker +++ Ticker +++ Ticker +++ Ticker

18. Berufsinformationsmesse gut besucht

Das Motto „Ausbildung bringt's" lockte einige tausend Besuchern zur 18. Berufsinformationsmesse der Wirtschaft, die im März dieses Jahres innerhalb der Rheinland-Pfalz-Ausstellung in Mainz stattfand. Vorwiegend Schüler und Eltern knüpften hier Kontakte zu den rund 50 ausstellenden regionalen Unternehmen. Ein Unternehmen davon war auch die Römheld & Moelle Eisengießerei, Maschinen- und Apparatebau GmbH, Mainz, wo Auszubildende den Besuchern Einblicke in ihr Können gaben. So wurde z. B. das Sandgießverfahren anhand der Herstellung von Schlüsselanhängern aus Zinn vorgestellt. Normalerweise produzieren die Azubis u. a. Umformwerkzeuge für Autokarosserien, Turbinengehäuse und andere komplexe Maschinenbauteile. Ein Auszubildender im 2. Lehrjahr beschrieb seine abwechslungsreiche Tätigkeit bei Römheld&Moelle mit den Worten: „gute Arbeit, gute Kollegen, gutes Geld".

www.roemheld-moelle.de
www.ausbildung-bringts.de
(Quelle: Main-Rheiner.de)

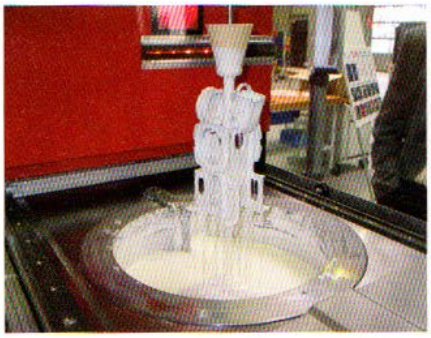

Bild 4a: Für die Herstellung der Keramikschale wird die Wachstraube zuerst in den so genannten Primärschlicker getaucht.

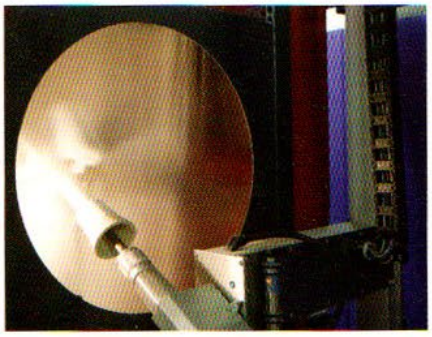

Bild 4b: Nach dem Beschlickern fährt die Traube in den Berieselungsbesander.

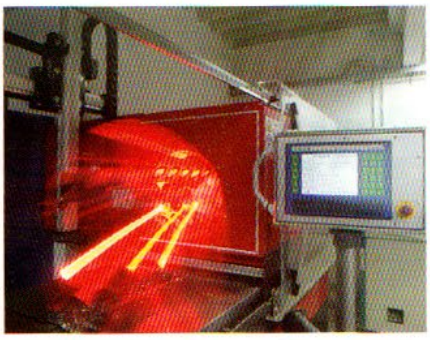

Bild 4c: Danach gelangt die Traube automatisch in die Hochgeschwindigkeits-Trocknungskammer.

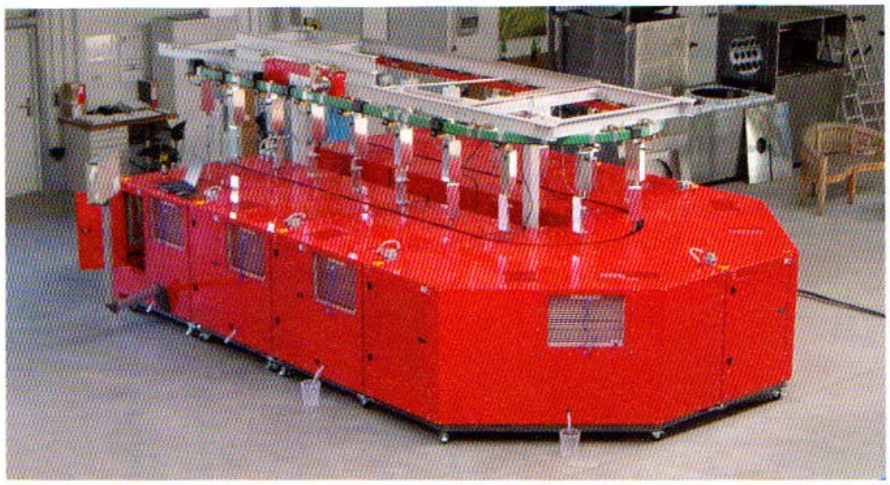

Bild 5: Der Trocknungstunnel ist für die Serienfertigung ausgelegt, bis zu 100 komplette Schalen lassen sich hiermit pro Tag herstellen; Beschlickern und Besanden können von Hand ebenso wie vollautomatisch per Roboter erfolgen.

kehrt. Als „Abfallprodukt" der Schnelltrocknung wurde die Bindung inniger und dadurch die Schale fester (**Bild 2**). Durch eine solch festere Schale lassen sich durchaus ein bis zwei Überzugschichten einsparen, was die Luftdurchlässigkeit der Schale, die so genannte Permeabilität, erhöht. Und dies wiederum bedingt speziell bei der Königsdisziplin der Feingießer, der so genannten Einkristalltechnik, eine deutlich verbesserte Gussqualität. Diese Entwicklung, ursprünglich zur deutlichen Verkürzung von Produktions- und Lieferzeit gedacht, hatte also gleich mehrere positive Auswirkungen im Hinblick auf Qualitätssteigerung und Kosteneinsparung.

Anlage zum Verfahren entwickelt

Da der Entwickler der Technologie bei aller Freude über die gelungene Neuentwicklung nicht verkannte, dass sich ein Verfahren alleine nur schlecht verkaufen lässt, wurde die dazugehörige Anlage entwickelt. Und da diese Maschine perfekt zur Herstellung von Prototypen geeignet sein sollte, entstand eine „Minifabrik" auf 4 m² zur schnellen Schalenherstellung (**Bild 3**). Herzstück der Anlage ist die Schnelltrocknungskammer. Daran schließen sich die beiden Schlickerfässer für den Primär- und den Backup-Schlicker an. Gegenüber liegend, befindet sich der Doppelbesander für den feinen und für den groben Sand. Dies alles ist durch eine Lineareinheit verbunden, die die Traube vollautomatisch von Station zu Station fährt. Gesteuert wird alles über SPS-Steuerung und Touchscreen mit Wählrad sowie eine sich selbst erklärende Software (**Bild 4**).

Die Neuentwicklung wurde ausgesprochen positiv von den Anwendern aufgenommen, denn neben den kurzen Durchlaufzeiten ermöglicht dieses Verfahren erstmalig den problemlosen Abguss aller schmelzbaren Legierungen. So ist die Verarbeitung von Titan, Edelstahl und Superlegierungen nun auch im Prototypenbau möglich. In der Zwischenzeit wurde die Innovation deshalb mit dem „Success"-Förderpreis der Investitions- und Strukturbank (ISB) Rheinland-Pfalz ausgezeichnet, und das europäische Patent ist erteilt. Natürlich blieb auch der klassischen Feingussindustrie diese neue Technik nicht verborgen. Und nach anfänglicher Skepsis und Zögern überwog bei vielen, die das Verfahren ausprobierten, die Neugier. Nachdem klar war, dass das Verfahren unabhängig von Wachs- und Schlickersorten funktioniert und tatsächlich die Trocknung um den Faktor 20 beschleunigt, war das Erstaunen groß. Nachdem die Vorurteile verschwunden waren, wurden entsprechende Anlagen angefragt. Größer sollten sie sein und nicht nur für den Prototypenbau, sondern für die Serienfertigung geeignet. So entstanden große Trocknungskammern und ganze Trocknungsstraßen, die mit Turbulenz, Rotlicht und trockener Luft der gesamten Feingusswelt eine Beschleunigung geben und die Tür zum Rapid Manufacturing öffnen (**Bild 5**). Das Ende der Entwicklung ist aufgrund neuer Anfragen mit geänderten bzw. höheren Anforderungen nicht absehbar. Beschränkte sich der Anbieter am Anfang der Entwicklung noch auf den Vertrieb im deutschsprachigen Raum, werden nun die Anlagen in alle Welt geliefert. Sie laufen in USA und Kanada ebenso wie in Russland, Indien und China.

Dipl.-Ing. Michael Kügelgen, Geschäftsführer MK Technology GmbH, Grafschaft

Weitere Informationen:
www.mk-technology.com