



Embedded-PCs steuern hydraulische Presse:
Optimierter Produktionsprozess durch softwarebasierte PID-Regelung

Schnelle und präzise Druckregelung steigert Qualität von Keramikfliesen

Der Boom des Immobilienmarktes und der vermehrte Bau öffentlicher Gebäude haben in China eine steigende Nachfrage nach qualitativ hochwertigen Keramikfliesen ausgelöst. Foshan Henglitai Machinery Co. Ltd. gehört zu den größten Keramikpressenherstellern in China. Bei seiner neu entwickelten Hydraulikpresse des Typs YP4200 hat Henglitai eine PC-basierte Steuerung von Beckhoff implementiert. Durch den Einsatz von EtherCAT und der TwinCAT-Hydraulic-Softwarebibliothek ist die Presse leichter einzustellen und erzeugt mehr Fliesen in höherer Qualität als die Vorgängermodelle.



Basismaterial für die Keramikherstellung ist der Werkstoff Ton, dem verschiedene andere Mineralien beigemischt werden. Der Produktionsprozess von Keramikfliesen gliedert sich grob in das Mahlen, Verdichten, Sintern und Polieren. Die Keramikpresse von Henglitai dient zum Pressformen des trockenen Keramikmaterials: Das aufbereitete Pulver wird in einen Rahmen gefüllt, in die Maschine eingeführt und durch einen vertikal einfahrenden Stempel mit hohem Druck verdichtet. Durch diesen Vorgang verringert sich das Porenvolumen, wobei die enthaltene Luft herausgepresst wird. Nach mehrmaligem Entlüften und mit steigendem Pressdruck ausgeführtem Verdichten ist das Pulvermaterial zu einem Fliesenrohling verfestigt, der aus der Presse entnommen und zum Brennofen befördert wird.

Große Kräfte präzise unter Kontrolle

Die Steuerung der Keramikpresse muss folgende Anforderungen erfüllen: Die exakte Bewegung und die präzise Druckregelung des Presskolbens sowie die Bewegung des Auswerfers.

Zur Aufgabe des etwa 10 Tonnen schweren Presskolbens gehört die schnelle Bewegung zum Öffnen und Schließen der Presse. Dabei hat dieses Schwerkzeug einen Weg von 150 mm in nur 600 ms zurückzulegen, um die Zielposition exakt anzufahren. Für die Entlüftung hat der Presskolben exakte Hübe von 0,5 bis 2,0 mm mit einer Genauigkeit von 0,5 mm auszuführen.

Der Auswerfer wird mit dem Pulverpaket in die Arbeitsposition abgesenkt und zur Entnahme des gepressten Produkts angehoben. Da die Fliese noch nicht gebrannt ist, besteht sie nur aus verdichtetem Pulver und kann sehr leicht

zerkratzt oder zerbrochen werden. Um dies zu vermeiden, muss der Auswerfer alle Bewegungen sowohl schnell als auch gleichförmig ausführen. Die geforderte Genauigkeit ist 0,1 mm. Die Herstellung jeder Fliese erfordert drei bis fünf Press- und Entlüftungsvorgänge. Dabei werden nacheinander – für individuell festgelegte Zeiten – niedrige, mittlere und hohe Drücke mithilfe eines Proportionalventils, mit einer Toleranz von 0,5 bar, definiert. (siehe Abb. 1)

Die genannten Funktionen werden üblicherweise digital angesteuert und erreichen dabei eine begrenzte Wiederholgenauigkeit. Die neue Presse von Henglitai ermöglicht exakte Bewegungen des Presskolbens und des Auswerfers sowie eine genaue Kontrolle des Pressdruckes und der Zeit. Damit kann die Qualität der Fliesen deutlich gesteigert werden.

Hydraulische Achsregelung mit „TwinCAT PLC Hydraulic Positioning“ spart Parametrierungsaufwand

Um eine vollständige Entlüftung zu erreichen, werden die Bewegungen des Presskolbens und des Auswerfers exakt kontrolliert. Dabei wird die Ventilöffnung durch die Zylinderposition festgelegt. Für Keramikpressen ist es von entscheidender Bedeutung, dieses Zusammenspiel zwischen Zylinderbewegung und Ventilansteuerung mit hoher Genauigkeit zu realisieren.

Die Druckregelung erfolgt durch die schnelle und genaue Steuerung eines Proportionalventils, um so die geforderten Arbeitspunkte auf der Ventilöffnungs-Druckkurve einzustellen. Dabei ist ein Schwingen um den Sollwert nicht zulässig.

Bei der Konzeption der Motion-Control-Algorithmen entschied sich Henglitai für ein von der üblichen PID-Struktur abweichendes Konzept. Klassischerwei-

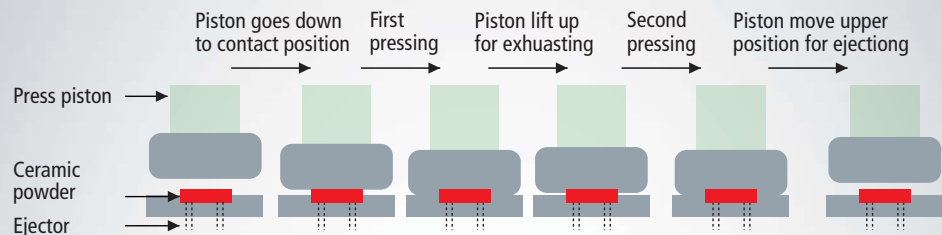


Abb. 1: Die Herstellung jeder Fliese erfordert drei bis fünf Press- und Entlüftungsvorgänge. Dabei werden nacheinander niedrige, mittlere und hohe Drücke mithilfe eines Proportionalventils mit einer Toleranz von 0,5 bar definiert.

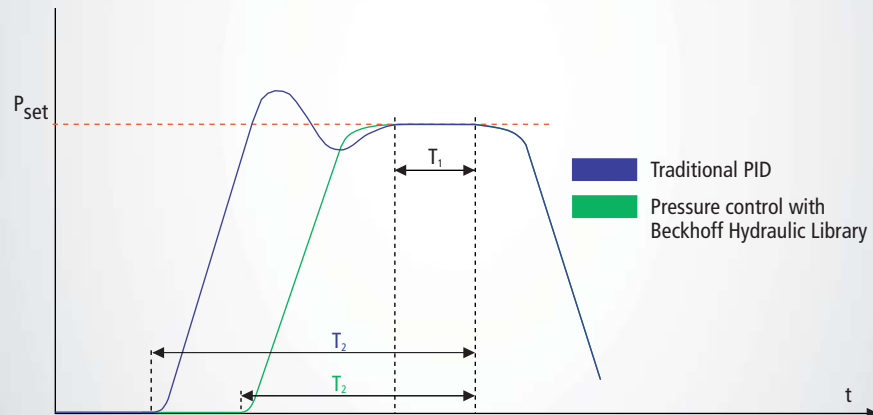


Abb. 2: Tatsächlicher Druckverlauf während der Veränderung des Drucksollwerts (rot). Nach Änderung der Drucksollwerte kann die Anlage den Sollwert mit einer Abweichung von < 0,5 bar während des laufenden Prozesszyklus' erreichen.

se stellt sich der PID-Regler selbständig auf den Sollwert ein und arbeitet sehr genau. Allerdings durchläuft er zunächst einen Einschwingvorgang, der oft zu einem Überschwingen führt. Ein überschwingfreies Verhalten ist durch die Wahl geeigneter Parameter erreichbar, führt aber zu einem trägen Ausregeln. (siehe Abb. 2) Erschwerend kommt hinzu, dass die Ermittlung geeigneter Parameter hohes Expertenwissen voraussetzt und zeitaufwändig ist.

Die Herstellung von Keramikfliesen erfordert eine präzise Druckregelung in einer fest definierten Mindestzeit; bei einem Unterschreiten dieser Zeit wird Ausschuss produziert. Demzufolge sind die Reglerparameter so zu wählen, dass der Betreiber möglichst kurze Taktzeiten erreicht, ohne den notwendigen Druckwert oder die Mindestpresszeit zu unterschreiten. Die unter Einsatz der Beckhoff-Softwarebibliothek „TwinCAT PLC Hydraulic Positioning“ entwickelten, speziellen Druckregelmodule berechnen die Parameter für die Ansteuerung des Proportionalventils automatisch bei jeder Sollwertänderung. So wird dem Maschinenbediener die schwierige und zeitraubende Parametereinstellung erspart.

Die offene Struktur von TwinCAT und ihre Integration in ein Standard-Microsoft-Betriebssystem lassen für zukünftige Anforderungen jeden nötigen Spielraum. Die Erfassung von Qualitätskennwerten oder die Integration der Presse in eine Produktionszelle oder -linie sind komfortabel realisierbar. Ein integriertes Condition Monitoring zum Überwachen der Ölqualität und mechanischer Elemente, wie der Pumpe und anderer Konstruktionselemente, ist ohne externe Baugruppen möglich. Sensoren werden direkt angeschlossen und die Auswertung von der Maschinensteuerung mit übernommen.

EtherCAT verbessert die Genauigkeit und steigert die Produktivität

Ein Beckhoff Embedded-PC CX1010 mit integrierter TwinCAT-SPS-Steuerungssoftware dient als Steuerungsplattform der Keramikpresse. Die Steuerung benötigt nur 39,5 μ s, um 5000 Zeilen Programmcode mit gemischten Operationen (inklusive Floating-Point-Berechnung) abzuarbeiten. Dank EtherCAT, dem Realtime-Ethernet-Feldbus, können die Signale von Drucksensoren, die Steuersignale des Proportionalventils und andere Schaltsignale innerhalb von 100 μ s aktualisiert werden.

Die Testergebnisse zeigen, dass die Druckregelabweichung der neuen, von Henglitai entwickelten, Presse weniger als 0,5 bar beträgt, d. h. sie wurde gegenüber den früheren Presstypen um 50 % verringert (kleinster Fehler: 1,0 bar). Das vollständige Abfahren des Bewegungshubs (150 mm) benötigt lediglich 550 ms, was – im Vergleich zu den bisher erforderlichen 600 ms – einer Steigerung der Produktivität von 8 % entspricht. Gleichzeitig wurde durch die Reduktion der Einstellparameter die Bedienung erheblich vereinfacht und beschleunigt.

weitere Infos unter:

www.hlt.cc

www.beckhoff.com.cn