

Verbesserung des Schnittbildes und Verminderung des Energiebedarfs bei der Ziegelherstellung durch den Einsatz vibrierender Abschnneider mit piezoelektrischem und elektroosmotischem Antrieb.

Hintergrund

Die Energiekosten stellen bekanntermaßen einen wesentlichen Teil der Produktkosten dar, daher sollte der Energiebedarf in allen Produktionsschritten reduziert werden. Jeder einzelne Fertigungsschritt ist mit Energieverbrauch verbunden, so dass sich selbst kleine Optimierungen in Summe als große Ersparnis darstellen können.

Das „Herunterziehen“ der Faserbestandteile in Hochlochziegelrohlingen führt zu einem unsauberem Schnittbild und damit zu einem teilweisen Verschluss der Löcher. Hierdurch wird auch im anschließenden Trocknungsprozess die Durch- und Überströmung der Lochkammern mit Trocknungsluft behindert und so die Trocknungszeit und der Energiebedarf erhöht. Damit nicht genug, dieses Material wird gebrannt bevor der Ziegel plan geschliffen wird. Es bleibt also nicht bei 4000 kW/a für den Abschnneider, sondern zieht einen gewaltigen Rattenschwanz nach sich. Bei unporosierten Vormauerziegelmassen geht es weniger um Deformationen, als vielmehr bei gleichem Kraftaufwand mit geringerem Anmachwasserbedarf schneiden zu können bzw. bei gleichem Anmachwassergehalt mit geringerem Kraftaufwand am Schneiddraht arbeiten zu können.

Die bereits untersuchte Vibrationsschneidetechnik mit einem Schwingmagneten (AiF 16074 N) bietet die Möglichkeit eines saubereren Schnittbildes mit einem in den meisten Fällen sogar bei vermindertem Kraftaufwand für den Schneiddraht. Interferenzen am Schneidedraht führen jedoch häufig zu Abrissen. Ferner ist die Vibrationstechnik mit Schwingmagnet platzaufwendig und lärmintensiv.

Zielsetzung

Ein piezoelektrischer Antrieb, wie er heute üblicherweise in der Präzisionsmechanik Anwendung findet, sollte die bekannten Probleme lösen und sauberes Schnittbild bei Hochlochziegeln ermöglichen. Damit lässt sich der Energiebedarf im Produktionsfortschritt reduzieren. Parallel soll der Kaufaufwand für alle Ziegelrohlinge in einem halbtechnischen Versuch nachgewiesen werden.

Durchführung

Die Versuche wurden mit einer Prüfapparatur, die in Anlehnung an die industrielle Strangschnitttechnik konzipiert wurde, durchgeführt. Damit wurden die Schneidfähigkeit, der dazu erforderliche Kraftaufwand und die Schneidegüte im halbtechnischen Maßstab bestimmt, Bild 1 zeigt den Versuchsaufbau.



Bild 1: Für Vibrationsversuche konstruierter Tonschneider mit piezoelektrischem Aktor links und Kraftmessdose (horizontal) rechts

Dieser Versuchsaufbau entspricht im Wesentlichen der Apparatur des Vorgängervorhabens (AiF 16074 N), damit die neu gewonnenen Ergebnisse mit den vorhandenen Ergebnissen zu vergleichen und damit auch zu bewerten sind. Lediglich die Antriebskonstruktion des Schneidedrahtes wurde in mehreren Konstruktionsschritten geändert. Bei der neuen Variante wird die Vibration des Schneidedrahtes stufenweise in einzelnen Frequenzschritten und die Geschwindigkeit des jeweiligen Schneidvorgangs stufenlos geregelt, sowie der dabei benötigte Kraftaufwand gemessen. Der vom Bügel entkoppelte, mit einem Piezoantrieb versehene Draht wurde mit 50, 100 und 200 Hz angetrieben. Höhere Frequenzen waren bauartbedingt nicht möglich, könnten aber bei Einhaltung der in der Industrie üblichen, schnellen Schnittgeschwindigkeiten von Nutzen sein.

Der an der hydraulischen Anlage befestigte Stahlträger wurde direkt mit dem Schneidebügel verbunden, um eine stabile, starre, nicht zu Eigenschwingungen des Bügels durch hohe Frequenzen neigende Konstruktion zu gewährleisten und mögliche Fehlerquellen, wie z.B. ein Schwingen der hydraulischen Anlage, auszuschließen. Die Konzentration lag hierbei ausschließlich auf dem schwingenden, vom Bügel entkoppelten Draht. Die Kraftübertragung vom Bügel zum Draht war bei dem Einsatz des filigranen Piezo-Schwingers präzise einzustellen.

Die gesamte Schneidevorrichtung ist an einer senkrecht arbeitenden, ölhydraulisch angetriebenen Hebelmechanik montiert, die das Schneiden durch stufenloses Auf- und Absenken des Hebelarms mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten ermöglicht. Der zu schneidende Probekörper, in der Bildmitte zu erkennen, liegt auf einer Ablage, welche die von oben aufgebrachte Druckkraft durch den Schneidebügel an die unter der Konstruktion angebrachten Druckmessdosen weitergibt. Um den Schneidedraht nicht auf die Ablage auflaufen zu lassen, befindet sich in der Mitte, parallel zum Draht eine Aussparung, in die der Draht nach dem Schnitt ausweichen kann.

Alle Messdosen (horizontal und vertikal) waren an ein Messsystem angeschlossen, die Daten wurden mit einem Messprogramm aufgezeichnet.

Für die Schneideversuche standen zehn mineralogisch unterschiedliche Tone, teils als Probekörper, teils als Originalrohlinge (5 filigrane Hochlochziegelrohlinge, 5 Vormauerziegelrohlinge) zur Verfügung. In beiden Projekten (AiF 16074 N und 18537 N) wurden teilweise dieselben Rohlinge untersucht, um die Ergebnisse miteinander zu vergleichen. Jede Schneidevariante wurde aus statistischen Gründen mehrfach durchgeführt.

Ergebnisse

In den nachfolgenden beiden Diagrammen wird beispielhaft ein Abschneideversuch mit piezoelektrischen Antrieb und Schwingmagneten unter sonst identischen Parameter verglichen. Dargestellt ist der Abschneideversuch für einen Lochklinker (mit drei bzw. vier Stegen in Schneiderichtung, siehe Diagramm 1) gleicher mineralogischer Zusammensetzung. Das Schnittbild der Nullmessung (ohne Piezoantrieb und ohne elektrische Spannung am Draht) unterscheidet sich kaum. Jedoch ist der zum Schneiden benötigte Kraftaufwand mit dem piezoelektrischen Antrieb im Vergleich zum Schwingmagneten um 20 % geringer. Es lassen sich keine Unterschiede durch die verschiedenen Frequenzen der Schwingmagneten erkennen. Der verminderte Kraftaufwand lässt sich nur bei Vormauerziegelmassen feststellen.

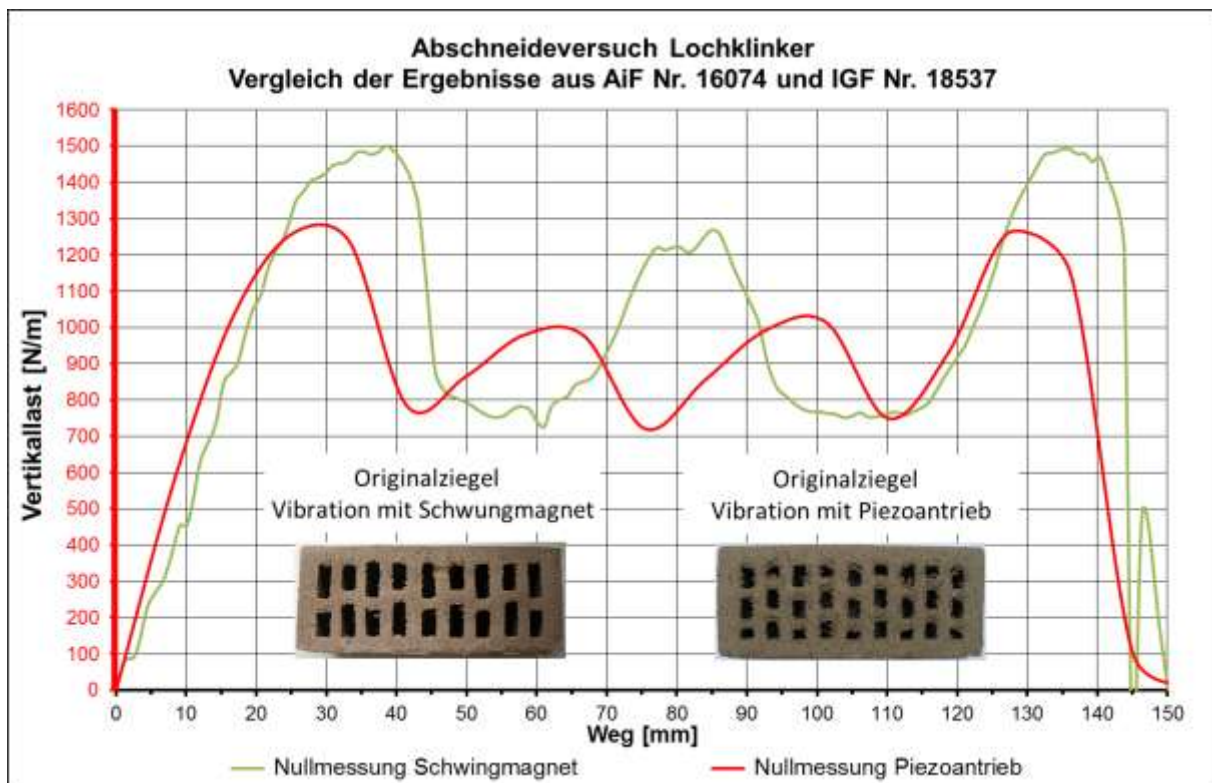


Diagramm 1: Kraftaufwand Lochklinker beider Forschungsprojekte

Bei Hochlochziegelrohlingen stellt man fest, dass die Vibration mit Piezoantrieb wenig, zuweilen in den Mittelstegen, Unterschiede im Kraftaufwand zeigt. Insgesamt sind diese aber, besonders beim Durchschneiden der Außenstege mit den Werten der Vibration mit Schwingmagnet vergleichbar, die seinerzeit eine erhebliche Verbesserung in Bezug zum Kraftaufwand der Nullmessung darstellte. Es konnte nachgewiesen werden, dass die Vibration mit einem piezoelektrischen Antrieb bedingt funktioniert. Tendenziell ist dies an einigen, leicht glatteren Schnittbildern erkennbar. Positiv anzumerken ist, dass es durch den piezoelektrischen Antrieb zu keinerlei Drahtabrissen kommt. Es ist möglich nur den Draht anzuregen. Damit ist der Platzbedarf im Vergleich zum Schwingmagneten deutlich geringer. Die Technik lässt sich theoretisch gut in vorhandenen Anlagen integrieren und muss nun in den technischen Maßstab übertragen werden. Hierbei ist zu überlegen, ob eine noch höhere Frequenz durch den piezoelektrischen Aktor bei der industriell üblichen schnellen Schnittgeschwindigkeit bessere Ergebnisse bei Hochlochziegelrohlingen erzielen kann, oder ob der gesamte Schneidebügel piezoelektrisch so angetrieben wird, dass eine Sägebewegung erreicht wird.

Mittels Vibration kann der Abschneideprozess verbessert werden. Der Vorteil für die industrielle Fertigung von Ziegelprodukten besteht in den reduzierten Ausschussraten, besseren Trocknungseigenschaften der Rohlinge und reduzierter oder überflüssiger Schleifbedarf auf Maßhaltigkeit am Ende der Produktionslinie.

Es handelt sich um ein Forschungsprojekt der Forschungsgemeinschaft der Ziegelindustrie e.V. (FGZ). Es wurde vom Institut für Ziegelforschung Essen e.V. (IZF) unter der Projektleitung von Dipl.-Ing. Sandra Petereit durchgeführt.

Das IGF-Vorhaben 18537 N der Forschungsvereinigung Ziegelindustrie wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

S.Petereit

Essen, den 02.06.2017