

Abfallverbrennung in Drehrohröfen zur Zementklinkerherstellung

▪ Schlagworte

Ersatzbrennstoff, Drehrohröfen.

▪ Einleitung und Problemstellung

In der Zementindustrie werden in zunehmendem Maße Abfallstoffe bei der Herstellung von Zementklinker verwendet. Diese sind je nach Zusammensetzung zum Teil Ersatz für konventionelle fossile Brennstoffe und / oder Ersatz für Rohstoffe. Die meisten Abfallstoffe werden am Drehroreinlauf aufgegeben und das Drehrohr durch dessen Drehbewegung der Länge nach durchlaufen. Die Zugabe von stückigen Abfällen im Drehrohrfeneinlauf beeinflusst sowohl die zuzuführende Menge an fossilen Brennstoffen als auch deren Verteilung auf Drehrohröfen und Calcinator. Diese Verteilung muß z.B. für die Steuerung einer Zementdrehrohröfenanlage bekannt sein, um z.B. konstante Brennbedingungen in der Sinterzone zur Erzielung einer gleichmäßig hohen Produktqualität zu erreichen. Bei der Projektierung einer neuen Ofenanlage ist die Kenntnis der Umsatzgeschwindigkeit erforderlich, um Drehrohre so auszulegen, daß die Umsetzung des festen Rückstandes vor Beginn der Sinterzone abgeschlossen ist. Dies ist notwendig, um zu verhindern, daß in die Klinkergranalien reduzierend gebrannte Kerne eingeschlossen werden, die die Klinkerqualität beeinträchtigen würden. Zur Ermittlung des Verlaufs der Abfallverbrennung in Drehrohröfen zur Zementklinkerherstellung wird ein mathematisches Modell entwickelt.

▪ Grundlagen

Die Verbrennung von festen Brennstoffen setzt sich aus folgenden Teilschritten zusammen: a) Trocknung, b) Aufheizung, c) Entgasung von flüchtigen Bestandteilen, d) Verbrennung der flüchtigen Komponenten, e) Vergasung der festen Bestandteile, f) Verbrennung der erzeugten Vergasungsgase. Es wird vorausgesetzt, daß die Schritte a) bis c) in der Nähe des Drehrohrfeneinlaufs stattfinden. Die freigesetzten Gase durchströmen zusammen mit den Abgasen aus dem Drehrohröfen den Calcinator. Der Schritt d) findet innerhalb des Calcinators statt. Der verbleibende feste Rückstand, überwiegend aus Kohlenstoff bestehend, wird durch die Drehbewegung des Drehrohres in Richtung Drehrohrfenauslauf transportiert. Die Verbrennung dieses Rückstandes setzt sich aus den Schritten e) und f) zusammen und wird durch folgende gekoppelte Phänomene beeinflusst: 1) Stoffübergang, 2) Wärmeübertragung, 3) Verbrennungskinetik, 4) Feststofftransport, 5) Mischungsverhalten der Abfallstoffe mit dem Gutstrom, 6) Entsäuerung des CaCO_3 und Bildung von Klinkerphasen im Drehrohröfen.

▪ Vorgehensweise

Das Modell setzt sich aus Untermodellen für jeweils jedes einzelne Phänomen 1) bis 6) zusammen. Der Drehrohröfen wird längs in viele gleiche Abschnitte unterteilt. Der Umsatz des Restkokes entlang der Drehrohrachse ergibt sich aus der Verknüpfung der Massen-, Stoff- und Energiebilanzen und der Kinetik der Koksverbrennung.

▪ Ergebnisse

Bei dem Ersatz von Brennstoffen spielt das Verhältnis der Heizwerte von fossilen - und Ersatzbrennstoffen eine entscheidende Rolle. Im **Bild 1** ist der spezifische Brenn-

stoffbedarf in der Primärfeuerung z.B. für den Ersatzbrennstoff Altreifen in Abhängigkeit von der Temperatur der Drehrohröfenabgase, vom relativen Ersatzbrennstoffanteil v und von der Sekundärlufttemperatur dargestellt.

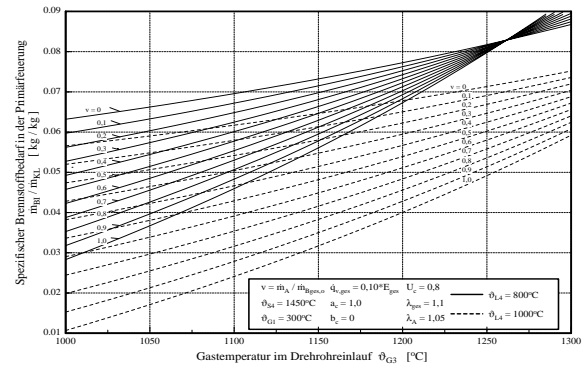


Bild 1: Spezifischer Bedarf an fossilen Brennstoffen in der Primärfeuerung.

Die Modellierung der Wärmeübertragung vom Gas auf den Feststoff, des Enthalpietransports ins Feststoffbett, des Stoffaustausches zwischen Gas und Feststoff usw. im Drehrohr erfordert Kenntnisse über die Feststofftransportmechanismen im Drehrohrquerschnitt. Die Kaskadenbewegung ist die am häufigsten großtechnisch genutzte Form der transversalen Feststoffbewegung, dabei ist die Aktiv- (Fließphase) von der Passivschicht (Hubphase) zu unterscheiden (**Bild 2**). Entlang der Drehrohrachse weist das Profil der Schüttguthöhe eine Krümmung im

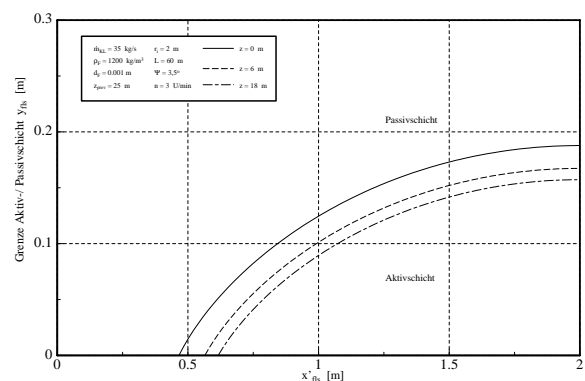


Bild 2: Grenze Aktiv- / Passivschicht

Reaktionsbereich abhängig von der Geschwindigkeit der Reaktion auf (**Bild 3**). Daraus folgen unterschiedliche Füllungsgrade, Kontaktzeiten, Reaktionszeiten, usw..

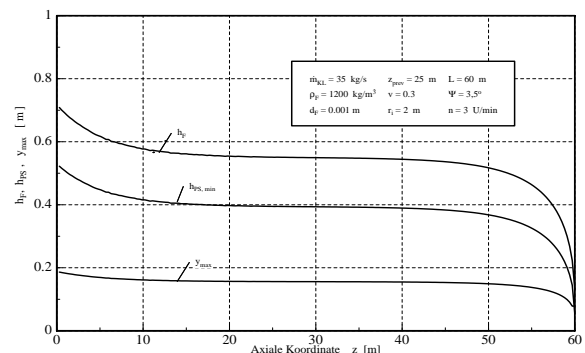


Bild 3: Höhe des Schüttguts h_F , minimale Höhe der Passivschicht h_{PS} und maximale Dicke der Aktivschicht.