

FV-Nr. / IGF-Nr.: 17387 N - Vermeidung von Schäden aufgrund festigkeitsmindernder Reaktionsabläufe in der Aufheizzone von Tunnelöfen“

Ziel dieses Vorhabens war es, dem durch Zersetzungs- und Umwandlungsreaktionen bewirkten Festigkeitsabfall der Ziegelrohlinge im Temperaturbereich von 500 bis 800°C (900°C) durch rohstoffseitige Maßnahmen und durch Einsatz von, schon in der Feuerfestindustrie positiv erprobten und eingesetzten anorganischen chemischen Bindemittel zu begegnen. Der Festigkeitsverlust ist bei grobkörnigen Rohstoffmischungen, die beispielsweise diagenetisch verfestigte Schiefertone beinhalten, stärker ausgeprägt. Derartige Rohstoffkomponenten werden bevorzugt für die Herstellung von Vormauerziegeln bzw. Klinkern eingesetzt. Feinteilige gut aufschlussfähige Tone, deren Einsatz bei der Dachziegelindustrie vorherrschend zum Tragen kommt, zeigen im Temperaturbereich von 500 bis 800 °C ein vergleichsweise höheres Festigkeitsniveau. Zudem ist die Basisfestigkeit der bei 105 °C getrockneten Rohlinge aus feinteiligen Rohstoffen von Natur aus höher. Dies trifft auch für carbonathaltige Hochlochziegelmassen zu, deren Festigkeit im unteren Temperaturbereich durch die Verzahnung der körnigen Bestandteile und insbesondere durch die verfilzende Eigenschaft der für die Porosierung eingesetzten faserigen organischen Zusatzstoffe maßgeblich bestimmt werden.

Anorganische Bindemittel, deren Zusammensetzung hohe Gehalte an Natrium (Na) und Polyphosphat (P_2O_3) beinhalten, lagern in ihrem Netzwerk z.B. Aluminiumoxid und Kationen ein, was in dem betrachteten Temperaturbereich den Festigkeitsverlust begrenzt. Die hierfür erforderliche Zugabemenge an Bindemittel hängt maßgeblich von den im Ausgangsrohstoff befindlichen Reaktionspartnern ab. Bei einer Zugabe von zwei Massen-% sind maximale Effekte zu erwarten. Rohstoffe, die carbonathaltige Minerale wie Calcit oder Dolomit beinhalten, zeigen schon bei einer Zugabemenge von einem Massen-% deutliche Festigkeitssteigerungen der unter Druck-, Biegezug- und Zugbeanspruchung belasteten Rohlinge bzw. Scherben. Der Widerstand gegenüber Druckbelastung erfährt im Verlauf der Aufheizung eine stetige Zunahme, während die Biegezug- und Zugfestigkeit dem beschriebenen Festigkeitsabfall folgt. In Übertragung dieser Kenntnisse auf den betrieblichen Brennprozess, sind dem dilatometrischen Verhalten des jeweiligen Ziegelrohstoffes entsprechend, in den Temperaturbereichen extremer Rissgefährdung durch die Zugabe der Bindemittel höhere Spannungszustände ertragbar. Dies gilt einerseits für den Bereich 500 bis 650 °C in dem Übergang der maximalen Dehnung (Quarzsprung) zu einer Stagnation der Dehn- und Schwindprozesse und andererseits für den Bereich 800 bis 950 °C in dem der Scherben aus dem dehn- bzw. schwindungsarmen Zustand im Verlauf der Sinterreaktionen in den eigentlichen Schwindprozess übergeht. Eine zeitliche Verkürzung der Aufheizzone, entsprechend einer schnelleren Aufheizgeschwindigkeit in den rissgefährdeten Bereichen ist durch den Einsatz von Bindemittel dann umsetzbar, wenn die Rohlinge textur- und spannungsarm in den Brennprozess gelangen. Die vom Zusatz bewirkten höheren Bindungskräfte sind nur bedingt in der Lage eine Schwächung des Gefüges aufgrund einer Texturbehaftung im Rohling zu kompensieren. Ziegelrohstoffe, die von Natur aus bituminöse also organische Bestandteile beinhalten erfordern oberhalb von 700 °C eine verlangsamte Aufheizung bzw. die Einhaltung einer Haltezeit zum Ablauf des Abbrandes und zur Vermeidung von Reduktionskernen bzw. Reduktionsverfleckungen. Der durch die Bindemittel bewirkte verstärkte Zusammenhalt der Rohlingsmasse und die dadurch mögliche schnellere Aufheizung wird durch den Zeitaufwand für den Abbrand überdeckt und kann daher nicht zum Tragen kommen. In den Fällen, in denen Ziegelrohstoffe mit nur geringen Anteilen an brennbaren Substanzen in den Brennprozess gelangen, ist die durch die Bindemittel bewirkte

Aufheizunempfindlichkeit voll nutzbar. Die in den Zusatzstoffen mit in die Rohlingsmasse eingebrachten alkalihaltigen Komponenten verstärken oberhalb von 800 °C die Sinterreaktionen zur Bildung des keramischen Scherbens. Die Schwindprozesse setzen im Falle einer mit Bindemittel beaufschlagten Rohlingsmasse schon bei vergleichsweise niedrigeren Temperaturen ein. Je nach Ausgangsrohstoff bleibt diese festigkeitserhöhende Reaktion bis in den Garbrandbereich erhalten. Im Verlauf der Umwandlung und Neubildung von Tonmineralen bildet sich eine stärker versinterte oberflächennahe Presshaut, die eine intensive ziegelrote Farbgebung ermöglicht. Die, durch die Bindemittel hervorgerufene Effekte sind insgesamt von positivem Ausmaß, so dass ansonsten aufheizempfindliche Rohlingsmassen für einen schnelleren Brand optimiert werden können. Unter der Voraussetzung einer zeitlich unveränderten, jedoch auf den jeweiligen Ziegelrohstoff abgestimmten Brennkurve lässt sich der schadensbedingte Brennbruch maßgeblich herabsetzen. Das IGF-Vorhaben 17387 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.

(Schlussbericht vom 31. Juli 2014)