
VDEh-Betriebsforschungsinstitut GmbH

40237 Düsseldorf, Sohnstraße 65

Studie zum Einsatz von Hochtemperaturwolle in Schmiedeofen

Dr.-Ing. S. Otto und Dr.-Ing. A. Queck

Zusammenfassung

Die vorliegende Studie präsentiert Messwerte und Kennzahlen eines Ofens, in dem nacheinander zwei unterschiedliche Konzepte der Feuerfestzustellung realisiert worden sind. Die zunächst vorliegende Zustellung mit „dichten Feuerfestwerkstoffen“ (Schamotte), wurde später durch eine Zustellung mit Modulen aus Hochtemperaturwolle (HTW), in diesem Fall aus Aluminiumsilikatwolle (ASW), ersetzt. Das Ofengehäuse selbst, die Anzahl und die Anschlussleistung der Brenner wurden nicht verändert.

Anhand vorliegender Messdaten kann der Ofen vor und nach dem Umbau gut betrachtet werden. Eingrenzend für die Bewertung ist dabei das geringe Datenvolumen für den mit Schamotte zugestellten Ofen. Die Datenbasis für die ASW Modul-Zustellung ist umfangreicher und wächst mit dem Betrieb des Ofens stetig.

Die vorliegenden Daten ermöglichen die folgenden, prinzipiellen Aussagen zu den verwendeten Feuerfestwerkstoffen.

Ofenaufbau und Investitionskosten

Einen deutlichen Unterschied gibt es zwischen der Gesamtmasse der Zustellung. Hierbei wird nur die Masse (des Feuerfestmaterials) der Ofenwände inklusive Decke und Tür betrachtet. Für die Zustellung mit Schamotte ergibt sich ein Wert von 50 t und für die Zustellung mit HTW 3,05 t. Für den Neubau eines mit ASW-Modulen zugestellten Ofens bedeutet dies, dass die Fundamente und auch der Stahlbau deutlich kleiner ausfallen können.

Betrachtet man die Kosten für die Feuerfestmaterialien, so liegen die Kosten für eine Zustellung mit Produkten aus ASW in der Regel leicht über den Kosten einer Schamottezustellung (die Kosten anderer HTW-Typen können sogar erheblich höher sein).

Erweitert man den Blickwinkel auf die Gesamt-Investitionskosten (Fundament, Stahlbau, Feuerfestmaterial, Montage, Inbetriebnahme, ...), so sind die Kosten bei einem mit Schamotte zugestellten Ofen höher.

Energetische Aspekte und Prozessführung

Die energetischen Wandverluste sind bei gleicher Wanddicke für einen mit HTW zugestellten Ofen geringer, die Außenwandtemperatur ist deutlich niedriger als bei mit Schamotte zugestellten Öfen. Um die gleiche Außenwandtemperatur wie bei einem mit Schamotte zugestellten Ofen zu erreichen, benötigt man bei HTW eine geringere Wanddicke. Auf Grund der deutlich geringeren Wärmeleitfähigkeit und der niedrigeren Dichte der Module aus Hochtemperaturwolle ist die (Wärme-) Speicherkapazität im Vergleich mit der Schamottezustellung sehr gering. Dies ist von Vorteil beim Aufheizen des Ofens, bei schnellen Kalt-Heiß Zyklen und bei Abschaltungen für Begehungen des Ofens zur Reparatur. Stillstandszeiten werden damit insgesamt deutlich verkürzt und die Betriebsbereitschaft des Aggregats/Ofens erhöht. Auch nach Reparaturen kann der Ofen sofort wieder hochgeheizt und eingesetzt werden, ohne Trocknungszeiten und spezielle Aufheizkurven wie sie bei Schamottezustellung notwendig wären. Auch dieser zeitliche Aspekt wirkt sich positiv auf die Produktivität und Energieeffizienz des Ofens aus.

Bei Schamottezustellung gilt: hohe Dichte/Masse, höhere Wärmeleitfähigkeit und größere Speicherkapazität. Für die 1. Aufheizphase nach Stillständen und schnelle Kalt-Heiß Zyklen ist eine „schwere Zustellung“ mit Schamotte von Nachteil. Weiterhin benötigt der Ofen mehrere Tage zum Abkühlen, bevor er begangen werden kann. Die dadurch bedingten Stillstandszeiten sind wesentlich länger als bei dem mit HTW-Modulen zugestellten Ofen. Nach einer Reparatur der Schamotte muss der Ofen erst „getrocknet“ werden. Das heißt, die neu eingebrachte Schamottemasse wird nach einem vorgegebenen Temperaturregime inklusive Haltezeiten getempert. Geschieht das nicht, kommt es durch die Temperaturschocks sofort zu Rissbildung und damit Zerstörung der Feuerfestzustellung.

Ein wichtiger Unterschied zwischen den beiden Feuerfestmaterialien ist die Thermoschockbeständigkeit. Hier ist die flexible HTW-Modul-Zustellung klar im Vorteil. Rasche Temperaturwechsel führen bei der Schamotte zu Schädigungen, was die Standzeit der Zustellung deutlich verkürzt. HTW-Produkte sind sehr flexibel und praktisch unendlich temperaturwechselbeständig, was insbesondere bei Chargenöfen von Vorteil ist. Aber auch bei kontinuierlich betriebenen Öfen kann eine HTW-Zustellung von Vorteil sein, wenn beispielsweise die Ofen-Kapazität nicht ausgelastet ist und Öfen auf „halten“ gefahren, oder stillgesetzt und später neu aufgeheizt werden müssen.

Zusammenfassender Überblick

Die Beurteilungskriterien von Feuerfestwerkstoffen sind von den jeweiligen Anforderungen eines Hochtemperaturprozesses abhängig			
Die Kriterien sind in der Tabelle auf das Beispiel des betrachteten Schmelzofens angewendet			
Beurteilungskriterien	Dichte Zustellung/Schamotte	Feuerleichtsteine/-Betone	Aluminiumsilikatwolle
Gesamtmasse des Ofens	Red	Yellow	Green
Wandverluste bei gleicher Auskleidungsdicke	Red	Yellow	Green
Speicherkapazität -Restwärmenutzung	Green	Yellow	Red
Speicherkapazität Aufheiz- und Abkühlgeschwindigkeit	Red	Yellow	Green
Temperaturwechselbeständigkeit	Red	Yellow	Green
Prozesszeiten - Betriebsbereitschaft	Red	Yellow	Green
Investitionskosten gesamt (FF-Material, Stahlbau, Fundamente, Montage, Inbetriebnahme)	Red	Yellow	Green
Stillstandzeiten; Reparatur/Wartung/Instandhaltung	Red	Yellow	Green
Prozessflexibilität: Kalt-Kalt-Zyklus	Red	Yellow	Green
Energieeinsparung	Red	Yellow	Green
CO2-Emissionen	Red	Yellow	Green

Im **Gesamtkonzept** einer feuerfesten Auskleidung in Hochtemperaturprozessen wird in den meisten Fällen **eine Kombination verschiedener Feuerfestwerkstoffe** eingesetzt. Neben mechanisch resistenten, dichten Produkten werden auch wärmedämmende Feuerleichtsteine/-Betone und Produkte aus Hochtemperaturwollen eingesetzt. Das Ziel ist die Umsetzung von Ressourcen- und Energieeffizienz im Hochtemperaturprozess und Steigerung der Produktivität und Qualität.

Legende: Vergleich verschiedener Feuerfestprodukte

Nachteil



Neutral



Vorteil

