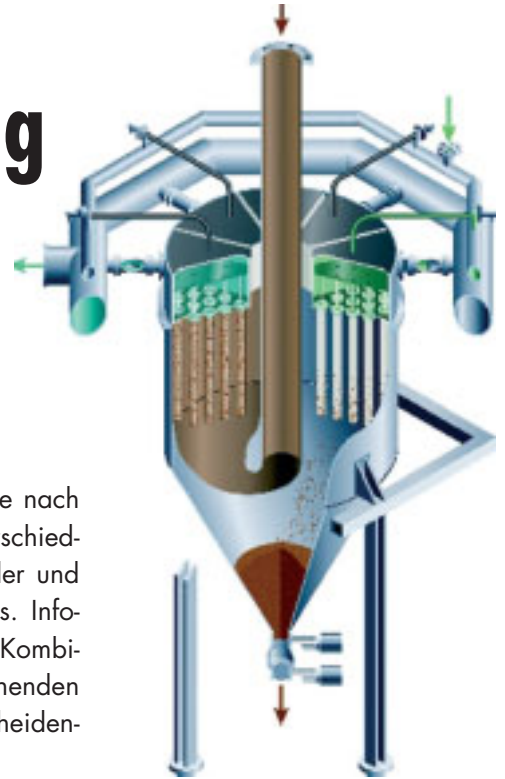


Hochtemperatur-Entstaubung mit Heißgasfiltern

Abscheidesysteme und Einsatzbereiche

Zur Abscheidung von Partikeln (Nebel, Aerosole, Stäube) aus Abgasen werden je nach Anforderung an die Effektivität und unter Beachtung der Systembedingungen unterschiedlichste Abscheideverfahren eingesetzt wie Sedimentationskammern, Prallabscheider und Zentrifugalabscheider, Naßabscheider, Elektroabscheider, Filternde Abscheider (s. Infokasten). Die Auswahl des jeweils geeigneten Abscheideverfahrens, oder auch die Kombinationen verschiedener Verfahren, erfolgt unter Berücksichtigung der herrschenden Systembedingungen und der Anforderung an die Effektivität bezüglich der abzuscheidenden Stoffe.



Rudi Gottschling Trockenfilter wie z.B. Schlauchfilter und Taschenfilter sind bei der Entstaubung von Abgasen weit verbreitet. Allerdings darf es bei Einsatz dieser Verfahrenstechnik niemals zu Kondensationserscheinungen am Filtermedium kommen, da sonst sowohl der Staub als auch das Filtermedium „schmierig und klebrig“ wird, die Poren blockiert und damit den Gasdurchsatz behindert. Um die Gefahr der Taupunktunterschreitung von Wasserdampf oder anderen kondensierbaren Gasbestandteilen, wie beispielsweise hochsiedende Kohlenwasserstoffe (Teer), zu eliminieren ist eine möglichst hohe Filtrationstemperatur anzustreben oder durch Verdünnung mit Falschluff ein ausreichender Abstand der Taupunkttemperatur von der Filtrationstemperatur zu gewährleisten. Falschluffmischung führt zu einer Vervielfachung der zu reinigenden Abgasvolumina und damit zu großen Apparatebaugrößen. Die Filtrationstemperatur wird in der Regel von der Temperaturbeständigkeit der Filtermaterialien begrenzt. Gängige Tuchfiltermaterialien haben ihre Einsatzgrenzen bei ca. 180 °C–230 °C.

Warum Heißgasreinigung ?

Häufig liegt die Temperatur der staubbelasteten Abgase im Bereich zwischen 400 °C und 650 °C, ein Temperaturniveau wo eine Energieauskoppelung sinnvoll ist. Bei CO-haltigen Prozessgasen, wie Sie beispielsweise in geschlossenen Elektroreduktionsöfen bei metallurgischen Prozessen entstehen, bietet sich die energetische Nutzung insbesondere an, gerade im Hinblick auf steigende Energiepreise, emissionsbezogene Sonderabgaben und der Verminderung des Treibhauseffektes.

Eine Energieauskoppelung, sei es nun die Vorwärmung von Einsatzstoffen oder der Verbrennungsbzw. Trocknungsluft, der Prozeßdampfzeugung oder auch die Gewinnung von elektrischer Energie erfordert Wärmeaustauschersysteme, deren Wirkungsgrad nicht nur vom Temperaturniveau, sondern auch vom Zustand der Austauschflächen abhängt.

Verschmutzungen dieser Wärmeaustauscher durch staubbelastete Rohgase erniedrigen nicht nur nach kurzer Betriebszeit erheblich den Wirkungsgrad, sondern bedeuten auch nicht zu vernachlässigende

Wartungskosten wegen der kurzen sich zwangsweise ergebenden Reinigungsintervalle. Selbstreinigende Wärmetauscher, die mit Bläser oder Kugelregen zur Reinigung der belegten Wärmetauscherflächen ausgerüstet sind, haben erfahrungsgemäß einen relativ hohen Wartungsaufwand.

Alle diese Überlegungen führten zu der Entwicklung und Erprobung eines Heißgasfilters (System Theisen), ausgelegt für eine Rohgasedauer-temperatur bis ca. 600 °C, bei Verwendung entsprechender Werkstoffe gar bis zu 800 °C.

Der Theisen Heißgasfilter

Zunächst wurden Filterelemente aus Sinterkeramik eingesetzt, beispielsweise bei der Filtration von synthetischem Ruß und der Reinigung von Ofengases eines Carbid-Ofens. Wegen des relativ hohen Eigengewichtes dieser Elemente, verbunden mit aufwändigen Haltevorrichtungen der hängend eingebauten Elemente und eines relativ hohen Druckverlustes wurden Versuche mit einem neuartigen Filtermaterial aus Faserkeramik durchgeführt.

Dieses Filtermaterial besitzt optimale Eigenschaften für den vorgesehenen Einsatzfall zur Entstaubung von Abgasen aus geschlossenen Elektroreduktionsöfen:

- Dauertemperaturbeständigkeit bei 850 °C
- sehr hohe chemische Beständigkeit auch bei hohen Temperaturen
- geringes Flächengewicht (ca. 3500 g/m²)
- geringe Dichte (ca. 0,18 kg/m³)
- hohe Porosität von ca. 95 % und damit geringe Druckverluste
- Ausnutzung der Oberflächenfiltration: Der Staub dringt nicht tiefer als ca. 1 mm in die Elemente ein
- Unempfindlichkeit gegenüber Temperaturwechseln
- Nichtbrennbarkeit
- rückspülbar wie konventionelle Nadelfilz-Filterschläuche
- selbsttragende Filterelemente ohne zusätzliche Stützvorrichtungen wie Stützkörbe oder Stützringe

Nach den ersten Entwicklungsarbeiten wurde dieses Filtermedium von der Firma BWF zusammen mit der Universität Essen entwickelt und in Pilotanlagen hinter kohle-gefeuerten Kesseln eingesetzt. Das

Material, unter dem Markenzeichen Pyrotex KE 85 gesetzlich geschützt, werden heute bei verschiedensten Hochtemperatur-Prozessen eingesetzt, die besondere Anforderungen an die Material-Langzeitbeständigkeit und Filtrationswirkungsgrad stellen, wie z.B.:

- Sondermüllverbrennungsanlagen
- Trommelöfen
- Röstprozessen
- Kalzinieranlagen
- druckaufgeladene Wirbelschichtfeuerungen

Die Eigenschaften der Elemente aus der yhochtemperaturbeständigen Keramikfaser (Aluminiumsilikatfasern), Pyrotex KE 85 die mit Hilfe eines speziellen Verfahrens unter Verwendung eines anorganischen Binders hergestellt werden, veranlasste die Firma Theisen den Einsatz der Filterelemente hinter geschlossenen Reduktionsöfen zu testen. Ein bisher mit Sinterkeramik-Kerzen bestückter Heißgas-Pilotfilter wurde auf Pyrotex KE 85 Faserkeramik-Elemente umgerüstet und hinter einem geschlossenen Elektroreduktionsofen zur Erzeugung von Calciumcarbid im Bypass zu einer bestehenden Theisen-Desintegrator-Gasreinigung betrieben.

In einem zylindrischen isolierten Gehäuse mit konischem Staubsammelbunker sind die Filterelemente hängend angeordnet. Der Rohgaseintritt erfolgt zentral von oben. Das staubbeladene Rohgas wird im oberen Bereich des Staubsammelbunkers um 180° umgelenkt, wobei Grobstäube bereits infolge der Massenkräfte abgetrennt werden. Das noch mit Feinstaub beladene Rohgas durchströmt nun die einzelnen hängenden kerzenförmigen Elemente von außen nach innen, wobei der Staub auf diesen Elementen abgetrennt wird.

Das nun staubfreie Reingas gelangt über den Reingassammler im kammernartig abgeteilten Filterkopf zur Reingasingleitung und steht am gemeinsamen Reingassutzen entstaubt, aber immer noch auf gleich hohem Temperatur-

niveau für die nachfolgenden Aggregate zur Verfügung.

Eine Anzahl von zugeordneten Filterelementen sind zu jeweils einer Kammergruppe zusammengefaßt, die sich wiederum jeweils einzeln reingasseitig über geeignete Klappen absperren lassen.

Differenzdruck- und/oder zeitgesteuert wird eine solche Gruppe aus dem Gasreinigungsprozeß ausgekoppelt und mit geringsten Impulsgasmengen abgereinigt. Hierzu werden die Jet-Ventile der reingasseitig abgesperrten Kammer für Sekundenbruchteile geöffnet. Dieser kurze Spülpuls reicht aus, um die Elemente dieser Kammer abzureinigen. Der an den Filterelementen anhaftende Staub fällt in den ebenfalls Staubsammelbunker. Nach einer kurzen Beruhigungszeit öffnet die Reingasabsperreklappe der abgereinigten Filterelementgruppe wieder und der Abreinigungszyklus wiederholt sich bei der nächsten Kammer. Da nur geringste Spülgasmengen für die Impulsabreinigung eingesetzt werden, kommt es zu keiner Temperaturabsenkung im Gas- und Staubraum des Filters, der zudem ausreichend wärmeisoliert ist. Als Spülgas wird entweder komprimiertes Reingas oder Inertgas (Stickstoff oder CO₂). So lassen sich auch hydrophobe oder pyrophore Stäube sicher abscheiden und aus dem Staubsammelbunker über geeignete Organe austragen.

Da während der Staubabscheidung die Ofengastemperatur kaum abfällt, treten keine Kondensationserscheinungen von beispielsweise Teer auf, die zu einem Verblocken der Filteroberflächen führen würden. Um auch bei längeren Betriebsstillständen oder An- und Abfahrvorgängen solche Kondensationserscheinungen im Filter sicher auszuschließen, wird der Heißgasfilter mit einer außenliegenden Gehäusebeheizung (elektrisch oder mit Wärmeträgern) ausgerüstet werden, oder es werden fremdbeheizbare Kreisgassysteme zur Temperierung der Einheit vor Beginn der Filtration eingesetzt.

V O R T E I L E D I E S E S S Y S T E M S

- ⊕ Staubabscheidung aus dem unverdünnten Rohgas auf hohem Temperaturniveau und damit optimale Bedingungen für die reingasseitig anzuordnende Energierückgewinnung
- ⊕ Gleichzeitig kompakte Abscheideaggregate und wegen Wegfall der Verdünnungsluft geringere volumetrische Leistung der Abgasventilatoren
- ⊕ Wertvolle oder gesundheitsrelevante Stäube, die in den Produktionsprozeß zurückgeführt werden sollen, fallen unverschmutzt und auf hohem Temperaturniveau an, verkleben und verbacken daher nicht, lassen sich problemlos austragen und emissionsdicht fördern
- ⊕ Wärmeauskoppelung und Energierückgewinnung auf unterschiedlichen Energieniveaus stufenweise möglich und auch jederzeit problemlos nachrüstbar.
- ⊕ Teerhaltige Ofengase können entstaubt und das von Feststoffen befreite Gas für eine thermische Nutzung, sei es in einer Kesselfeuerung zur Dampferzeugung und/oder Gewinnung von elektrischer Energie sinnvoll benutzt werden.
- ⊕ Durch die hermetisch geschlossene Bauweise auch zur Entstaubung brennbarer oder gesundheitsschädlicher Gase bei entsprechender Ausrüstung einsetzbar.
- ⊕ Industriell bewährtes Entstaubungssystem, von einem weltweit eingeführten Unternehmen der Gasreinigungstechnik entwickelt und erprobt.

Abscheideverfahren

- Sedimentationskammern, Prallabscheider und Zentrifugalabscheider nutzen die Massenkräfte der Partikel im strömenden Fluid.
- Naßabscheider basieren auf der benetzenden Wirkung der Waschflüssigkeit und deren erheblichen Einfluß auf die Abscheidecharakteristik und den Abscheidemechanismus
- *Elektroabscheider erzeugen Ladungsverteilungen und Ionisationseffekte in elektrischen Feldern, die Rückwirkungen auf die Partikeln besitzen.
- Filternde Abscheider arbeiten mit dem Sperreffekt der Filtermedien und der Filterkuchen selbst, Trägheits- und Pralleffekte sowie elektrostatische Effekte treten zusätzlich auf.

Nach einer Optimierung der Geometrie und der Einspannung der Filterelemente wurde der Pilotfilter über mehrerer Monate zur Bypass-Reinigung der Ofengase aus dem Carbidofen bei der DonauChemie in Landeck (Österreich) betrieben, ohne dass ein merkliches Ansteigen des Filterwiderstandes noch ein Abfallen der Effektivität festgestellt wurde. Die Reststaubgehalte lagen bei < 1mg/Nm³, womit sich der Einsatz von Filterkerzen aus robuster bis 800 °C dauertemperaturbeständiger und chemikalienresttenter Silikatfasern für dieses Abgasreinigungskonzept dauerhaft bewährte.

Die geringen Druckverluste, auch bei außergewöhnlich hoher

Filterflächenbelastung, lassen für die Bauweise des Theisen Heißgasfilterseine kompakte Bauweise zu. Je nach Abgasvolumenstrom sind mehrere Filtereinheiten sinnvoll, damit auch im Falle von Inspektions- und Wartungsarbeiten an einer Einheit die Abgasreinigung und damit der Ofenbetrieb durch die verbliebenen Einheiten sichergestellt ist.

Dipl.-Ing. (TU) Rudi Gottschling
c/o Theisen GmbH Gasreinigungsanlagen
Friedrich Herschel Straße 25
81679 München
Tel.: 089/998432-14
Fax: 089/981284
s.theisen@theisen-muc.de