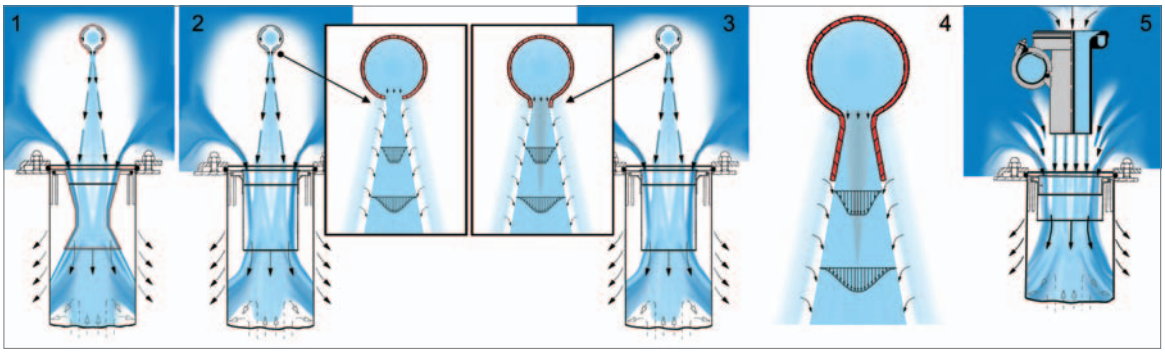
BESTE EFFIZIENZKLASSE BEIM ENTSTAUBEN

Filterschläuche in großindustriellen Entstaubungsanlagen können im Laufe der Zeit erhebliche Druckverluste aufweisen. Moderne Anlagentechnologien und neu entwickelte Filtermedien gestalten eine Absenkung der Filter-Differenzdrücke. Die Energieeffizienz des Prozessschrittes „Entstaubung“ wird damit entscheidend erhöht.

TEXT: Gunnar-Marcel Klein, Intensiv-Filter **BILDER:** Intensiv-Filter www.PuA24.net/PDF/PA811309

Filternde Abscheider, insbesondere Schlauchfilter, werden in zahlreichen industriellen Prozessen eingesetzt, um Partikeln aus Gasströmen herauszufiltern. Ein grundsätzlicher Technologievorteil besteht darin, dass der Anwender aktuelle Emissionsgrenzwerte in einem einstufigen Prozess, auch bei höchsten Volumenströmen und Staubbeladungen, problemlos einhalten kann. Wurden Schlauchfilter früher durch Klopfen, Rütteln oder in Kombination mit Niederdruckspülung gereinigt, haben sich heute druckluftabgereinigte Jet-Pulse-Schlauchfilter durchgesetzt. Die Regenerierung der Filtermedien erfolgt durch einen zyklischen, intensiven Druckluftstoß, der den Filterschlauch bei der Abreinigung kurzzeitig in Überdruck versetzt. Die Filterschläuche werden innerhalb weniger Millisekunden aufgebläht und die

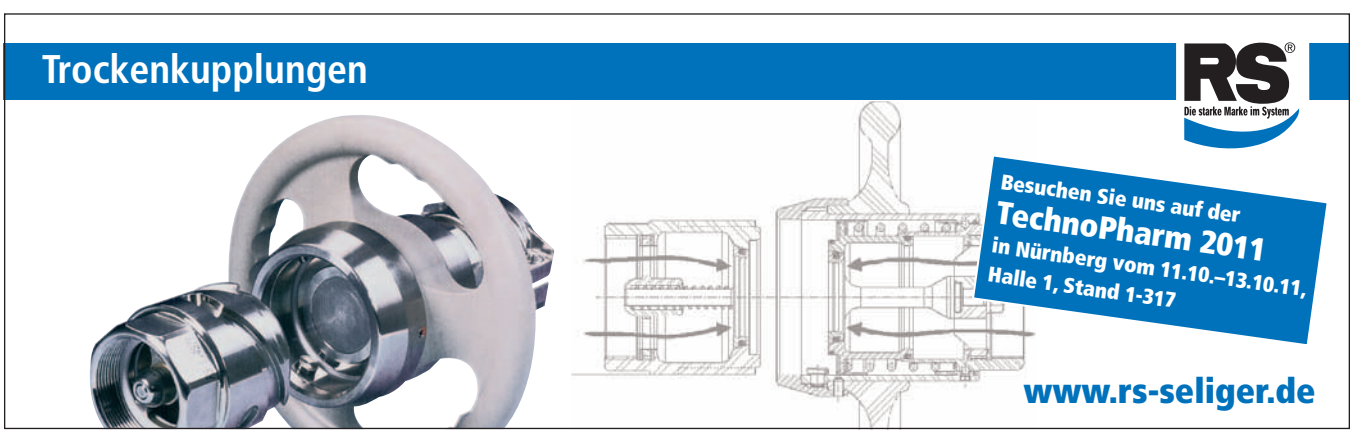


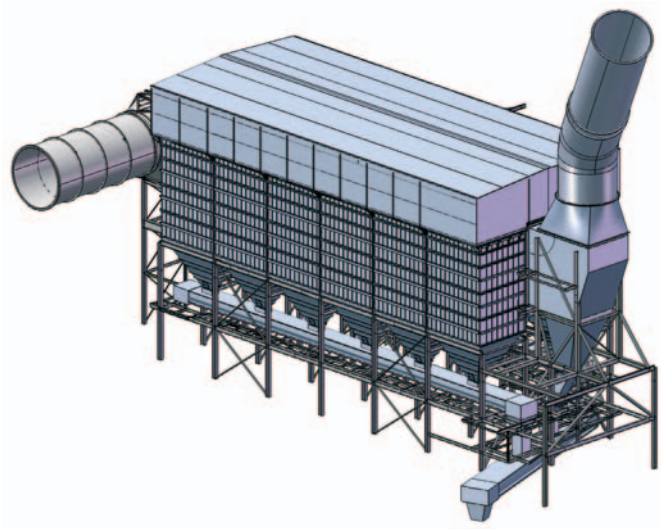
Darstellung unterschiedlicher Druckstoß-Abreinigungssysteme, v. links nach rechts: Blasrohr mit Bohrung und Venturi-Einlaufdüse, Blasrohr mit Bohrung und Einlaufdüse, Blasrohr mit idealer Düse und Einlaufdüse, Blasrohr mit Coanda-Injektor und Einlaufdüse.

Strömungsrichtung umgekehrt, wodurch der Filterkuchen periodisch entfernt wird.

Das Rohgas wird idealerweise im Kreuzstrom zu den Filterschläuchen geführt, um eine Aufströmung entgegen der Partikelsedimentationsrichtung zu vermeiden. Es wird über eine Verteilerplatte geführt, an der eine Vorabscheidung stattfindet und der Rohgasstrom im Filtergehäuse vergleichmäßigt wird. Die Abscheidung der Partikel findet an der Oberfläche des Filtermediums beziehungsweise an der Oberfläche des sich darauf abscheidenden Filterkuchens statt. Die entsprechenden Strömungswiderstände resultieren aus den Druckverlusten des Filterkuchens und des Filtermediums direkt nach der Jet-Pulse-Abreinigung (Restdruckverlust). Das gereinigte Gas strömt innen aus dem Schlauch ab. Die Strömungswiderstände des Filtergehäuses (Rohgaseintritt bis Filterkuchenoberfläche, Schlauchinnendurchströmung, Reingasströmung ab Schlauchaustritt bis Austritt Reingaskanal) werden im Gehäusedruckverlust zusammengefasst. Nach Abreinigung der Filterschläuche sedimentieren die Staubpartikel in den Staubsammelraum und das Material wird von dort zumeist über Förderschnecken und Zellenradschleusen ausgetragen.

Bei der Online-Betriebsweise ist die Partikelkonzentration unmittelbar nach der Abreinigung in der Nähe des Filterschlauchs sehr hoch. In diesem Zustand kommt es, insbesondere bei feindispersen Stäuben mit geringer Agglomerationsneigung, zum Wiederanfiltrieren abgereinigter Partikel. Diese innere Staubzirkulation kann einen erheblichen Anteil an der Filterkuchenmasse verursachen und trägt damit zum Druckverlust bei. Um die Energieeffizienz zu steigern, werden daher Filtermodule durch roh- und/oder reingasseitige Absperrorga-





CAD-Übersichtszeichnung eines Offline-Schlauchfilters in der Zementindustrie.

ne während der Abreinigung in einen nahezu strömungslosen Zustand versetzt.

In der sogenannten Offline-Betriebsweise (bei alleiniger reingasseitiger Kammerabschaltung semi-offline) wird die sofortige Wiederanlagerung des Staubs an benachbarten Filterschläuchen verhindert. Als weiterer Vorteil kann die Abreinigung durch einen Druckluftimpuls von wesentlich niedrigerer Intensität als bei konventionellen Jet-Pulse-Filtern erfolgen. Aktuelle, offline-betriebene Schlauchfilteranlagen sind modular aufgebaut und decken einen Volumenstrombereich bis zwei Millionen m³/h und darüber ab. Moderne offline-Jet-Pulse-Filter weisen zudem strömungsoptimierte Komponenten auf: wandbündig integrierte Rohgasklappen und eine mittels CFD strömungsoptimierte Gestaltung der Gasführung im Filter.

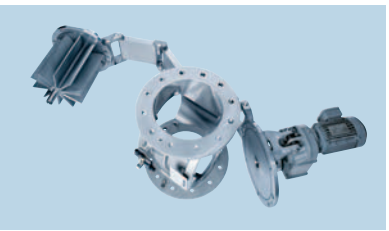
Evolution der Jet-Pulse-Injektortechnologien

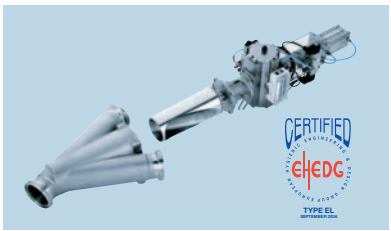
Das Druckluft-Injektorsystem zur periodischen Regenerierung der von außen nach innen durchströmten Filterschläuche ist für einen energieeffizienten Betrieb von entscheidender Bedeutung. Die Abreinigung hat so zu erfolgen, dass sich der Filterkuchen über die gesamte Schlauchlänge vollständig ablöst. Einfache Systeme bestehen aus einem Blasrohr mit Bohrungen, aus denen die Druckluft ausströmt. Durch Aushalsung zu einer idealen Düse werden Energieverluste bei Umwandlung der Druckluftenergie in einen Abreinigungsimpuls minimiert. Durch die nachgeschaltete Einlaufdüse wird Sekundärluft angesaugt und der statische Druck im Filterschlauch erhöht.

Das von Intensiv-Filter unter dem Namen Coanda-Injektor entwickelte Abreinigungssystem nutzt den Coanda-Effekt aus, bei dem die Druckluft aus einem Ringspalt austritt und über eine gewölbte Oberfläche geführt wird. Die Primärluft strömt dabei als Grenzschicht entlang der Injektorinnenwand. Dabei entsteht innerhalb der ersten Injektorstufe ein sehr hoher Unterdruck, der weitere Sekundärluft ansaugt und einen Treibstrahl ausbildet, der gegenüber den zuvor beschriebenen Varianten eine deutlich erhöhte Luftmenge aufweist. Dieser Treibstrahl tritt in die Einlaufdüse als zweite Injektorstufe ein, in der weitere Sekundärluft angesaugt wird. Ein Benchmark der beschriebenen Systeme auf Basis des maximal erreichbaren Schlauchinnendrucks belegt, dass mit dem Coanda-Injektor ein deutlich höherer maximaler Druckstoß erzielt wird als mit einem Düsen-Injektor.

Bestimmung des optimalen Betriebspunkts

Der Druckverlust von Filtermedium und angelagertem Filterkuchen hat den mit Abstand größten Anteil an den Energiekosten, die zum Betrieb der Filteranlage anfallen. Mit speziellen Nadelvlies-Filtermedien lassen sich sowohl der Restdruckverlust als auch der Druckanstieg in der ersten Phase der Filtration (Phase mit nichtlinearem Druckanstieg vor Beginn der reinen Kuchenfiltration) reduzieren. Die neu entwickelten Filtermedien der ProTex-Reihe verfügen zwischen Stützgewebe und Rohgasseite über Mikrofasern mit einem Titer ≤1,5 dtex. Validierungsversuche im halbtechnischen Maßstab (Filteranlage mit zehn Schläuchen, D = 160 mm, L = 4000 mm) belegen, dass mit ProTex im Vergleich zu heute marktüblichen Filter-





>>Das Plus an Sicherheit – „Easy to clean“. Innovative und hygienisch gestaltete Zellenradschleusen und Schüttgutweichen von Coperion vereinen beste Zugänglichkeit für Reinigung und Inspektion mit höchster Betriebssicherheit.

www.coperion.com

coperion
confidence through partnership

medien das Differenzdruckniveau halbiert werden kann. Eine weitere Senkung des Druckverlustes zwischen Roh- und Reingasseite gelingt durch optimierte Zykluszeiten. Da ProTex-Filtermedien verbesserte Feinstaub-Abscheidegrade aufweisen, kann die Zykluszeit ohne Inkaufnahme eines erhöhten Staubdurchgangs verkürzt werden.

Das neu entwickelte Filter-Expertensystem ProExpertise gestattet auf Basis der Grundgleichung der kuchenbildenen Filtration die Vorausberechnung der Druckverluste und damit des Ventilator-Energiebedarfs. Die hierzu benötigten Filtermedien- und Filterkuchenwiderstände wurden für unterschiedliche Staubarten und Filtermedien empirisch durch Versuche im Labormaßstab nach VDI 3926 sowie im halbtechnischen Maßstab bestimmt. Gleichzeitig wird der notwendige Druckluftbedarf zur Jet-Pulse-Abreinigung berechnet. Damit kann ProExpertise den aus energetischer Sicht optimalen Anlagenbetriebspunkt, also Zykluszeit und Abreinigungsdruck vorausberechnen. Durch Eingabe der wesentlichen Geometrie- und Betriebsparameter des Schlauchfilters sind damit die Betriebskosten für bestehende und Neuanlagen mit hoher Genauigkeit voraussagbar. Eine Anwendung von ProExpertise für Prozessfilter, zum Beispiel in der Zementindustrie, bietet die Möglichkeit, durch Einstellung optimaler Betriebsparameter und durch Upgrade-Maßnahmen auf energieeffiziente Filtermedien die Betriebskosten für die Entstaubung und die Produktabscheidung erheblich zu senken. □

> MORE@CLICK PA811309