



press-press-press-press-press

Sonderdruck – Reprint

aus: PBEI Powder and Bulk Engineering International, Ausgabe 07/2013, Juli 2013

Schutz empfindlicher Materialien bei der pneumatischen Förderung

from: PBEI Powder and Bulk Engineering International, issue 07/2013, July 2013

How to protect fragile materials during pneumatic conveying

press-press-press-press-press

Die pneumatische Förderung eignet sich für den sauberen und effizienten Transport trockener Schüttgüter. Die pneumatische Förderung ist jedoch nicht ganz unproblematisch, wenn es um den sicheren Transport (bruch)empfindlicher Materialien geht.

Dabei entstehende Schäden unterscheiden sich je nach Material. Bei Zucker verändert sich beispielsweise die Verteilung der Partikelgröße. Im Fall von Erdnüssen werden die Kerne zerteilt oder brechen. Hundefutter bricht ebenfalls oder wetzt ab. Bei Mandeln wird die braune Haut abgewetzt, Nudeln brechen und wetzen ebenfalls ab. Bei Bentonit und Katzenstreu entsteht Schwebestaub, und bei Kunststoff-Pellets entstehen Feinstoffe und fadenförmiger Abrieb. In den meisten Fällen ist vom Anwender klar definiert, wann es sich um eine Materialschädigung handelt und wie diese gemessen wird, z. B. durch Siebanalyse, Messen der Veränderungen der Schüttgutdichte oder (bei großen Partikeln) die Zählung einer Probe per Hand.

Unabhängig von der Art der Schäden an bruchempfindlichen Materialien bei der pneumatischen Förderung entstehen diese in den meisten Fällen durch eine zu hohe Fördergeschwindigkeit. Daher ist es wichtig, dass das Fördersystem beim Transport empfindlicher Materialien mit der geringsten Geschwindigkeit betrieben und gesteuert wird. Selbst wenn die Fördergeschwindigkeit optimal eingestellt ist, müssen andere Faktoren berücksichtigt werden, die bei der pneumatischen Förderung zu einer Materialschädigung führen können. Dazu zählt die Konstruktion der Förderleitung und der Materialannahmestation.

Kontrollierte Fördergeschwindigkeit reduziert Materialschäden

Die Art der Steuerung der Fördergeschwindigkeit hängt davon ab, ob das pneumatische Fördersystem nach dem Prinzip der Dünnstrom- oder Dichtstromförderung arbeitet.

Dünnstromförderung

Die Dünnstromförderung ist die gängigste Art der pneumatischen Förderung von Schüttgütern. Sie wird allerdings in der Regel nicht für bruchempfindliche Materialien verwendet, da die Fördergeschwindigkeit meist drei bis fünf Mal höher als die der Dichtstromförderung ist. Es ist allerdings nicht immer möglich, einen anderen Förderer zum Transport empfindlicher Materialien einzusetzen. Materialschäden treten manchmal auch erst nach der Inbetriebnahme eines Dünnstromfördersystems auf. Bei der Dünnstromförderung empfindlicher Materialien können verschiedene Vorkehrungen getroffen werden, um die Fördergeschwindigkeit zu reduzieren und so die Schäden am Material so gering wie möglich zu halten.

Dazu wird das Fördersystem so ausgestattet, dass die Förderstärke und die zugeführte Luftmenge gesteuert werden können. Die Förderstärke muss konsistent sein, da eine Verringerung der Fördergeschwindigkeit bei der Dünnstromförderung unter stationären Bedingungen am besten funktioniert. Im Folgenden werden zwei nützliche Methoden zur Verringerung der Fördergeschwindigkeit beschrieben:

Pneumatic conveying is a clean, effective method of transporting dry bulk materials. However, using pneumatic conveying to safely move a fragile or friable material that's susceptible to degradation can be a concern for many bulk solids processors and handlers.

Material degradation means different things for different materials. For example, with sugar, degradation produces a shift in the sugar's particle size distribution; with peanuts, it produces split or broken kernels; with pet food, degradation yields broken kibble pieces or fines. Degradation scuffs the brown skin on almonds, breaks and scuffs pasta, generates airborne dust from bentonite and kitty litter, and generates fines and streamers from plastic pellets. Most users have their own definition of what constitutes degradation for their material as well as a method for measuring it, such as using sieve analysis, measuring a shift in bulk density, or even hand-counting larger particles in a sample.

Regardless of what type of degradation affects a fragile material during pneumatic conveying, the conveying velocity is typically the single largest factor in causing the damage. Thus, when your material is susceptible to degradation, operating and controlling the pneumatic conveying system at its lowest velocity is important. And even if your system's conveying velocity is ideal, you need to consider other factors that can contribute to material degradation during pneumatic conveying, including the design of the conveying line and material receiver.

Controlling conveying velocity to minimize degradation

How to control conveying velocity to minimize material degradation depends on whether your pneumatic conveying system operates in dilute or dense phase.

Dilute-phase conveying.

While dilute-phase conveying is by far the most common form of pneumatic conveying in the bulk solids industry, it's not commonly used to handle fragile materials because the system's conveying velocity is typically 3 to 5 times greater than that of a dense-phase system. Yet using another conveyor type for handling a fragile material isn't always feasible, and sometimes material degradation is an unexpected problem that becomes evident only after the dilute-phase system is started up. If you convey a fragile material in dilute phase, you can take several actions to reduce the conveying velocity and minimize damage to the material during conveying.

Start by equipping the conveying system to completely control the material feedrate and the air volume supplied by the air mover. The feedrate needs to be consistent because minimizing the conveying velocity in dilute-phase conveying is best achieved under steady-state conditions. Two useful tools for minimizing the conveying velocity are:



1. Einbau eines Antriebs mit variabler Drehzahl auf dem Ventil der rotierenden Luftschleuse bzw. im übergeordneten Zufuhrsystem.
2. Verringerung der Förderstärke auf die geringstmögliche Prozessgeschwindigkeit.

Bei einer beliebigen Förderleitungsgröße im Dünnstromfördersystem können durch eine geringere Förderstärke das Luftvolumen und damit die Fördergeschwindigkeit verringert werden.

Sobald die Förderstärke eingestellt ist, sollte das Förderluftvolumen des Systems systematisch auf das geringste Volumen reduziert werden, mit dem das Material noch zuverlässig bewegt werden kann. Verfügt das System über ein Verdrängergebläse, muss in der Regel ein Frequenzumrichter verwendet oder hinzugefügt werden. Bei anderen Lüftungssystemen ist u. U. eine ähnliche Anpassung erforderlich. Es gibt drei Möglichkeiten, den Frequenzumrichter des Gebläses so einzustellen, dass das Luftvolumen und somit die Fördergeschwindigkeit reduziert wird:

1. Einfache Geschwindigkeitskorrektur:

Bei dieser Methode wird der Frequenzumrichter manuell so eingestellt, dass das Gebläse mit der geringsten Geschwindigkeit arbeitet, bei der das Material noch zuverlässig gefördert wird. Sie funktioniert am besten bei einfachen Fördersystemen mit nur einer Förderstärke, einem Anlaufpunkt und einem Material. Bei Systemen mit verschiedenen Förderstärken und Anlaufpunkten sind u. U. verschiedene Einstellungen für den Frequenzumrichter erforderlich. Dies ist nur dann sinnvoll, wenn die Systemsteuerung dafür ausgelegt ist.

2. Geschwindigkeitskorrektur mittels PID-Regler-Schleife:

Bei dieser Methode dient eine PID-Regler-Schleife in der Systemsteuerung zur Anpassung der Gebläsegeschwindigkeit auf der Basis des Feedbacks eines Druckwandlers am Gebläse oder zwischen Gebläse und Einlass. In der Steuerlogik wird die minimale und maximale Gebläsegeschwindigkeit hinterlegt, um eine übermäßige Korrektur durch die PID-Schleife zu vermeiden. Auf diese Weise kann die Systemsteuerung mehrere Variablen handhaben und dennoch die minimal benötigte Fördergeschwindigkeit auswählen.

3. Korrektur der Kompensation der Leckverluste:

Bei dieser Methode wird das Feedback eines Druckwandlers am Gebläse oder zwischen Gebläse und Einlass verwendet, um dem Fördersystem den Druck am Ventil der rotierenden Luftschleuse mitzuteilen und anschließend die Gebläsegeschwindigkeit anzupassen. Dies geschieht dadurch, dass ein Basis-Förderluftvolumen plus das erwartete Leckverlustvolumen des Ventils eingeblasen werden. Zur Erstellung der Berechnungssequenz zur Anpassung der Gebläsegeschwindigkeit werden Angaben zur Gebläseleistung benötigt, die in Form einer Leistungskurve vom Gebläsehersteller vorliegen. Außerdem sind die Abmessungen des Ventils der rotierenden Luftschleuse erforderlich.

1. Placing a variable-speed drive on the rotary airlock valve or other upstream device that supplies feed to the system.
2. Slowing the feedrate to the lowest possible speed the process allows.

For a given conveying line size in a dilute-phase conveying system, a lower feedrate will allow a greater reduction of air volume and, thus, greater reduction in conveying velocity.

Once you've set the feedrate, you should systematically reduce the system's conveying air volume to provide the lowest volume that will still reliably convey the material. When the system's air mover is a positive displacement blower, this usually requires using or adding a variable-frequency drive. (For another type of air mover, a different but similar correction may be required.) Any of three approaches to adjusting the blower's variable-frequency drive will help you minimize the air volume and the system's conveying velocity:

1. Simple speed correction:

This approach requires manually adjusting the variable-frequency drive until the blower is operating at the minimum speed that still reliably conveys the material. This works best with a simple conveying system (with a single conveying rate and single destination) that conveys only one material. A system with multiple conveying rates and destinations may require multiple variable-frequency drive settings, which may also be effective as long as the system's controls are capable of handling multiple settings.

2. PID loop speed correction:

This method uses a proportional integral-derivative (PID) control loop in the system's controls to adjust the blower speed based on feedback from a pressure transducer on the blower or between the blower and the feed point. Minimum and maximum blower speed values set in the control logic prevent the PID loop from overcorrecting. This method allows the system's controls to deal with more variables while still hunting for the minimum required conveying velocity.

3. Leakage compensation correction:

This method takes feedback from a pressure transducer (on the blower or between the blower and the feed point) to tell the conveying system what pressure the rotary airlock valve is experiencing and then adjusts the blower speed to compensate by supplying a base conveying air volume plus the valve's expected leakage volume. To create the calculation sequence for adjusting the blower speed, you'll need information about the blower's performance (in a performance curve provided by the blower manufacturer) and the rotary airlock valve's dimensions.

Because most dilute-phase conveying systems are designed to operate at a single speed and this speed is often chosen conservatively to ensure that the system conveys reliably, these approaches can often yield significant reductions in conveying velocity and, thus, material degradation.

press-press-press-press-press

Dünnstromfördersysteme sind oft auf eine konservative Fördergeschwindigkeit ausgelegt, um eine zuverlässige Förderung zu gewährleisten. Durch die oben beschriebenen Methoden können diese Fördergeschwindigkeit und damit auch das Auftreten von Materialschäden deutlich reduziert werden.

Dichtstromförderung

Die Fördergeschwindigkeit von Dichtstromfördersystemen ist deutlich geringer. Daher werden diese Systeme oft für die Förderung empfindlicher Materialien eingesetzt, bei denen Förderschäden wahrscheinlich sind. Dichtstromfördersysteme können für die kontinuierliche und diskontinuierliche Förderung eingesetzt werden. Bei beiden Methoden werden dem langsamen Luftstrom des Systems einzelne Materialchargen zugeführt. Dadurch entstehen sich bewegende Klumpen. Das Material klumpt zusammen und deckt dann den Querschnitt der Förderleitung ab. Die Förderluft muss sich durch das Material hindurch bewegen.

Im Gegensatz zu Dünnstromfördersystemen ist der Geschwindigkeitsbereich der Förderluft bei der Dichtstromförderung an den optimalen Betrieb angepasst und bietet daher den besten Schutz vor Materialschäden. Eine zu geringe Geschwindigkeit führt zu Schwankungen und Systeminstabilität. Bei einer zu hohen Geschwindigkeit werden die Klumpen abgebaut und schneller als nötig bewegt. Für eine stabile Dichtstromförderung ist auch die Förderstärke des Materials ausschlaggebend. Bei einer zu geringen Förderstärke wird nicht genügend Material für eine Klumpenbildung zugeführt. Eine ungleichmäßige Förderstärke führt zu Förderschwankungen, die ein Fehlverhalten des Systems herbeiführen können. Um durchgängig ähnlich große Klumpen zu erhalten, muss ausreichend Material konsistent in die Förderleitung gelangen.

Im Folgenden wird erklärt, wie sichergestellt werden kann, dass ein kontinuierliches oder diskontinuierliches Dichtstromfördersystem über einen korrekten Geschwindigkeitsbereich der Förderluft und eine geeignete Förderstärke für einen stabilen Betrieb verfügt und so das Material vor Schäden schützt.

Minimierung von Materialschäden bei der diskontinuierlichen Dichtstromförderung:

Bei der diskontinuierlichen Dichtstromförderung wird ein Druckbehälter mit vorgegebener Größe (auch Druckkessel oder Druckgefäß genannt) wiederholt mit Material gefüllt und entleert, um dem System eine bestimmte Materialmenge zuzuführen. Der Behälter (und gelegentlich auch die Förderleitung) wird mit Druck beaufschlagt, damit das Material austritt. Eine oder mehrere vor dem Druckbehälter befindliche Drosselorgane mit vorgegebener Öffnung messen üblicherweise die Luftzufuhr zum Gefäß und regeln so, wie viel Luft pro Zyklus verwendet wird. Anschließend wird die Luft im Druckbehälter (und in der Förderleitung) verteilt, um den Materialdurchfluss am Gefäßauslass zu steuern. Durch die Anpassung von Material- und Luftfluss wird die korrekte Zusammensetzung von Material und Luft in jedem Zyklus erreicht, sodass eine gleichmäßige Dichtstromförderung in der Förderleitung

Dense-phase conveying.

The dense-phase conveying system's inherently lower conveying velocity makes it the most common pneumatic conveying system for handling fragile materials that are likely to degrade during transport. The dense-phase system can operate in batch or continuous mode. In either mode, material is proportioned into the system's low-velocity airstream, creating moving slugs of material. The material in each slug bunches together, covering the conveying line's cross-sectional area so that the conveying air is forced through the material.

Unlike a dilute-phase system, the dense-phase system has an air velocity range in which it operates best and provides the most protection against material degradation. A velocity that's too low creates surging and instability in the system; a velocity that's too high causes the slugs to deteriorate and moves them faster than necessary. The material feedrate is also important for stable dense-phase conveying. Too low a feed-rate won't supply enough material to form slugs. An irregular feedrate will produce variations in conveying that cause the system to respond erratically. To consistently generate slugs of similar size, the material must flow into the conveying line at a high enough, consistent rate.

The following information explains how to ensure that your batch or continuous dense-phase conveying system has the proper air velocity range and material feedrate to operate in a stable fashion and do the best possible job of protecting your material from degradation.

Minimizing degradation in batch dense-phase conveying:

In a batch dense-phase system, a fixed-volume pressure vessel (often called a pressure tank or blow pot) is repeatedly filled with material and emptied to feed a batch of material to the system. Air is applied to the vessel (and sometimes to the conveying line) to pressurize the vessel and induce the material to exit it. One (or more) fixed-orifice throttling device upstream from the pressure vessel typically meters the air into the vessel to regulate how much air is used per cycle, and the air is then distributed throughout the vessel (and conveying line) to regulate the flow rate of material exiting the vessel. Tuning the material and air flow rates to get the correct mix of material and air in each operating cycle will create stable dense-phase flow in the conveying line; methods for doing this vary by system manufacturer.

Because the pressure vessel must be refilled at some point, how the conveying cycle is finished and then restarted can greatly impact how well a batch system protects the material. Most material damage occurs at the end of an operating cycle, because the pressure vessel that was previously full of material is now filled with pressurized air (sometimes called a surge volume or bubble) that will try to exit the system by forcing its way through the conveying line, carrying the material at too high a velocity to protect it from damage. Use either of two methods to control this surge volume:

gewährleistet ist. Je nach Hersteller gibt es hierfür unterschiedliche Methoden.

Das Druckgefäß muss zu einem bestimmten Zeitpunkt nachgefüllt werden. Dieser Faktor und die Art, wie der Förderzyklus beendet und neu begonnen wird, haben großen Einfluss auf mögliche Materialschäden. Die meisten Materialschäden treten am Zyklusende auf, da das zuvor mit Material gefüllte Druckgefäß nun mit Druckluft gefüllt ist (Druckanstieg), die durch die Förderleitung aus dem System entweicht und das Material zu schnell mitnimmt und es beschädigt. Dieses Phänomen kann auf zwei Arten reguliert werden:

1. Isolierung:

Das Austragsventil des Gefäßes kann nach dem Entleeren sofort geschlossen werden, bevor der Druck entweichen kann. Um zu bestimmen, wann das Gefäß entleert ist, wird ein Füllstandsanzeiger oder ein Druckanzeiger verwendet oder eine bestimmte Zeit gewartet. Nach dem Schließen des Austragsventils entweicht die Druckluft durch einen separaten Entlüftungskanal im Gefäß.

2. Minderung:

Bei dieser Methode wird die Luftzufuhr des Systems vorzeitig unterbrochen, damit der Druck im Gefäß und durch die Förderleitung gemindert wird. Das Gebläse sollte ausgeschaltet werden, bevor das Gefäß komplett entleert ist. So wird sichergestellt, dass das System über ausreichend Material verfügt, um den für eine geringe Luftgeschwindigkeit notwendigen Materialwiderstand zu gewährleisten. Diese Methode dauert ca. zehn bis 20 Sekunden länger als die Isolierung und verlängert daher die Zykluszeit.

Eine weitere Möglichkeit, den Zykuseffekt eines diskontinuierlichen Systems zu verringern, ist die Nutzung eines halbkontinuierlichen Fördersystems mit Tandem-Druckgefäßen und der Isoliermethode. Hier wird ein Gefäß zur Förderung genutzt, während ein zweites Gefäß gefüllt wird. Wenn sich der Materialaustrag aus dem ersten Gefäß dem Ende zuneigt, wird das zweite Gefäß zugeschaltet. So entstehen im Fördersystem nahezu stationäre Bedingungen, wodurch ein Druckanstieg verhindert und Materialschäden vermieden werden.

Minimierung von Materialschäden bei der kontinuierlichen Dichtstromförderung:

Bei kontinuierlichen Dichtstromfördersystemen wird Material mittels einer rotierenden Luftschleuse in einen langsamen Luftstrom eingebracht. Im Gegensatz zur diskontinuierlichen Dichtstromförderung gibt es hier keinen kontrollierten Zyklus, sondern einen stetigen Fluss sich bewegender Materialklumpen. Diese Fördermethode eignet sich gut für kontinuierliche Prozesse.

Der Großteil der Förderluft, die an den Materialeinlass geleitet wird, wandert als Förderluft die Förderleitung entlang. Ein Teil dieser Luft entweicht jedoch durch die rotierende Luftschleuse (siehe Bild 1). Um diesen Leckverlust der Luft zu kompensieren und Schwankungen im Luftvolumen zu vermeiden, die das

1. Isolation:

You can close the vessel's discharge valve immediately after the material is emptied from the vessel but before the surge volume can exhaust. To determine when the material has exited the vessel, you can use a level indicator, wait for a suitable length of time, or, in many cases, use a pressure indicator. After the discharge valve closes, the pressurized air exits through an independent venting channel in the vessel.

2. Deterioration:

In this method, you can turn the system's air supply off prematurely and allow the pressure in the vessel to deteriorate through the conveying line. To ensure that the system has enough material in it to provide the material resistance needed to keep the air velocity low, you should turn the air mover off before the vessel is completely empty. This method may take 10 to 20 seconds longer than the isolation method, increasing the overall cycle time.

Another approach that reduces the cycling effect of a batch system is to create a semicontinuous conveying system by using tandem pressure vessels along with the isolation method. In this approach, one vessel is conveying while a second is filled. As material is finishing discharging from the first vessel, the second vessel is brought online. This keeps near steady-state conditions in the conveying system, preventing a surge volume and protecting the material from degradation.

Minimizing degradation in continuous dense-phase conveying:

A continuous dense-phase conveying system uses a rotary airlock valve to deliver material into a low-velocity airstream. Instead of producing a controlled operating cycle as in batch

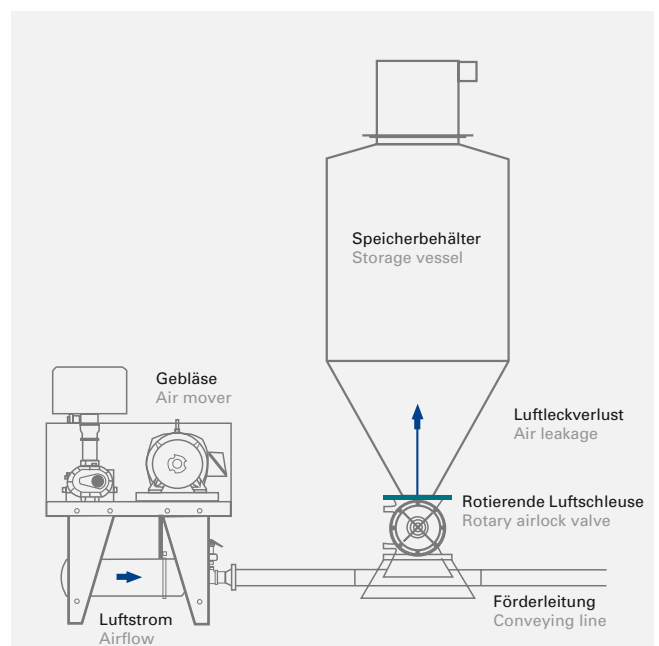


Bild 1: Luftleckverlust durch rotierende Luftschleuse

Fig. 1: Air leakage through rotary airlock valve

press-press-press-press-press

Material beschädigen können, muss das Leckverlustvolumen in die Gebläsesteuerung einbezogen werden. Daher muss diese Steuerung umfangreicher sein als die von diskontinuierlichen Systemen. Der Systemhersteller liefert das nötige Equipment und die Steuerung, um den Leckverlust der rotierenden Luftschleuse auszugleichen. Materialschäden werden hauptsächlich durch diese leistungsstarke Steuerung vermieden, da sie in der Lage ist, den geeigneten Geschwindigkeitsbereich der Förderluft beizubehalten.

Partikel können beschädigt werden, wenn sie die rotierende Luftschleuse kontinuierlicher Fördersysteme passieren. Durch eine Messung der Materialmenge, die in Richtung Luftschleuse befördert wird, wird die Füllleistung jeder Rotorblatttasche auf etwa 55 bis 65 % reduziert. So wird gewährleistet, dass das Material in die Rotorblatttasche passt und nicht zwischen Schaufeln und Gehäuse zerkleinert wird. Das Material kann zusätzlich geschützt werden, indem die rotierende Luftschleuse mit einem Scherschutzbereich ausgestattet wird. Das ist besonders bei Anwendungen mit Choke sinnvoll.

Förderleitungen auf geringe Materialschäden auslegen

Die Konstruktion der Förderleitung von pneumatischen Fördersystemen spielt für den schadenfreien Transport empfindlicher Materialien ebenfalls eine Rolle. Falsche Rohrverbindungen, Rohrbögen und Wegeventile können sowohl bei der Dünnstrom- als auch bei der Dichtstromförderung beachtliche Materialschäden anrichten.

Verbindungen in Förderleitungen verursachen in der Regel die größten Materialschäden. Werden Rohrstücke nicht fachgerecht montiert, können Lücken entstehen. Dies kann auch durch Temperaturschwankungen geschehen. Jede Lücke weist im Inneren eine messerscharfe Kante auf, die der Materialdicke entspricht. Diese Kante schabt Materialteilchen ab, während das Material die Kante passiert. Materialschäden können durch den Einbau von kantfreien Rohrverbindungen reduziert werden.

Materialschäden durch Rohrbögen und Wegeventile können durch die gängigen Best Practices für die Verlegung der Förderleitung umgangen werden: Aufsteigende Rohrbereiche und aufeinanderfolgende Rohrbögen sollten vermieden werden, da diese den reibungslosen Betrieb beispielsweise durch einen Druckanstieg stören, der dann die Fördergeschwindigkeit erhöht oder dazu führt, dass Material auf die Wände der Förderleitungen prallt. Empfohlen werden Rohrbögen in Standardform (oder Rohrwinkel) mit einem Radius, der das Sechsfache des Rohrdurchmessers betragen sollte. Diese Bögen behalten die runde Rohrform bei und erlauben einen Materialfluss ohne Änderung der Flussform. Bögen mit einem geringeren Radius sind ungeeignet und verursachen ein Aufprallen des Materials. Zu lange Rohrbögen hingegen blockieren die Förderung.

Materialschäden können außerdem durch tunnelförmige Wegeventile verhindert werden (siehe Abbildung 2), die den Rohrquerschnitt soweit wie möglich einhalten. Wegeventile mit inneren Kanten oder solche, die die Form des Rohrdurch-

dense-phase conveying, continuous dense-phase conveying achieves and maintains a steady-state flow of moving material slugs. This conveying method works well with continuous processes.

While most of the conveying air delivered to the system's material feed point goes down the conveying line as conveying air, part of the air leaks through the rotary airlock valve, as shown in Figure 1. To compensate for this air leakage and prevent great variations in the continuous system's conveying air volume that can damage the material, the leakage air volume must be factored into the air mover controls. As a result, the controls must be more sophisticated than those for a batch system. The system manufacturer will supply the equipment and controls to compensate for this rotary airlock valve leakage. The ability of these controls to maintain the proper conveying air velocity range then becomes the system's primary means of protecting material from damage.

Particles can be sheared as they pass through the continuous system's rotary airlock valve. Metering the material to the rotary airlock to limit the fill efficiency on each rotor pocket to about 55 to 65 percent will ensure that the material fits into the rotor pocket without overflowing and being sheared by the blades against the housing. You can further safeguard the material by fitting the rotary airlock valve with a shear protector, particularly in a choke-fed application.

Designing your conveying line to minimize degradation

Your pneumatic conveying system's conveying line design is also important for handling a fragile material without damage. Improperly selected conveying line pipe couplings, bends, and diverter valves can cause significant damage to the material in both dilute- and dense-phase conveying systems.

Joints between pipe sections are typically the largest contributors to material degradation in a conveying line. Gaps can be created in a pipe joint when it's poorly installed or when the pipe heats and cools. Any gap in the joint creates a sharp, knifelike inner ledge, equal in size to the pipe thickness, that shears off bits of material hitting the ledge. Installing pipe couplings that create a ledge-free joint will reduce material damage.

To avoid material damage caused by conveying line bends and diverter valves, follow "best practices" for routing the conveying line: Eliminate inclined line sections and avoid back-to-back bends, which can create erratic operation, such as surges, that increase the conveying velocity or cause material to impact line or bend walls. A standard formed pipe bend (or sweep bend) with a centreline radius approximately 6 times the pipe diameter is recommended. This formed bend maintains the circular pipe shape and allows the material to pass without changing its flow shape. Formed bends with smaller centerline radii are too abrupt and cause impact forces, while bends that are too long tend to stall conveying.

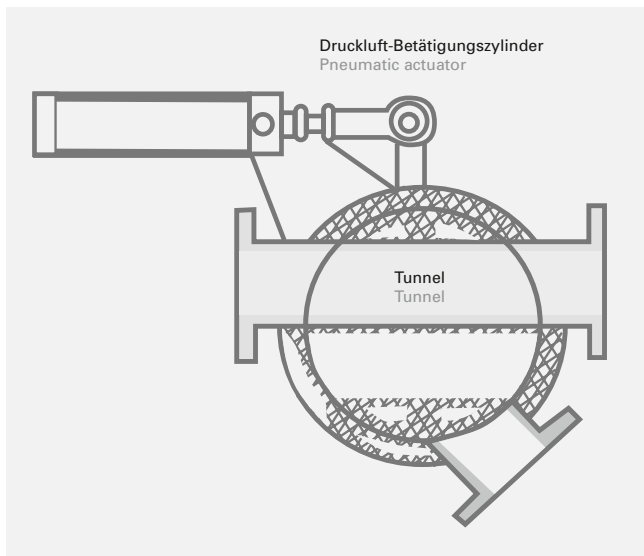


Bild 2: „Tunnel“-Wegeventil, Durchgangsposition
 Fig. 2: “Tunnel”-type diverter valve, straight-through position

messers verändern, sollten ebenfalls nicht verwendet werden. Unrunde Formen in Dichtstromfördersystemen können die Passage von Materialklumpen durch das Wegeventil verhindern.

Materialannahmestationen auf geringe Materialschäden auslegen

Empfindliche Materialien können beim Austrag aus dem Fördersystem beschädigt werden, wenn der Austrag zu schnell erfolgt oder das Material auf eine Rohrwand oder auf eine andere harte Oberfläche statt auf anderes Material prallt. Solche Schäden können durch die richtige Auslegung der Materialannahmestation am Ende der Förderleitung vermieden werden.

Je nachdem, wie das Material angenommen wird, kann dieser Endpunkt verschiedene Eigenschaften aufweisen. Eine materialschonende Annahmestation weist im Allgemeinen die folgenden Eigenschaften auf: Die Annahmestation verfügt am Ende der Förderleitung über ein kurzes Rohrstück mit größerem Durchmesser. So wird das Material verlangsamt und gelangt mit einer geringeren Eigendynamik in die Annahmestation, was Schäden im Annahmebehälter verhindert. Wenn möglich sollte die Annahmestation so ausgelegt sein, dass aus der Förderleitung austretendes Material auf anderes Material und nicht auf eine Wand oder eine andere harte Oberfläche auftrifft. Bei geringen Geschwindigkeiten werden empfindliche Materialien in der Regel nicht beschädigt, wenn sie auf anderes Material prallen. Wenn es nicht möglich ist, dass Material auf Material trifft, kann am Endpunkt des Fördersystems ein kantfreier tangentialer Aufnahmebehälter installiert werden. Der Behälterdurchmesser sollte mindestens das Fünffache des Rohrdurchmessers der Zuführung betragen. Der Behälter sorgt dafür, dass das Material im Behälter eben und kurvenförmig nach unten zum Auslass fließt. Dabei wird das Material langsamer, wodurch verhindert wird, dass es mit hoher Geschwindigkeit auf die Wand der Annahmestation auftrifft.

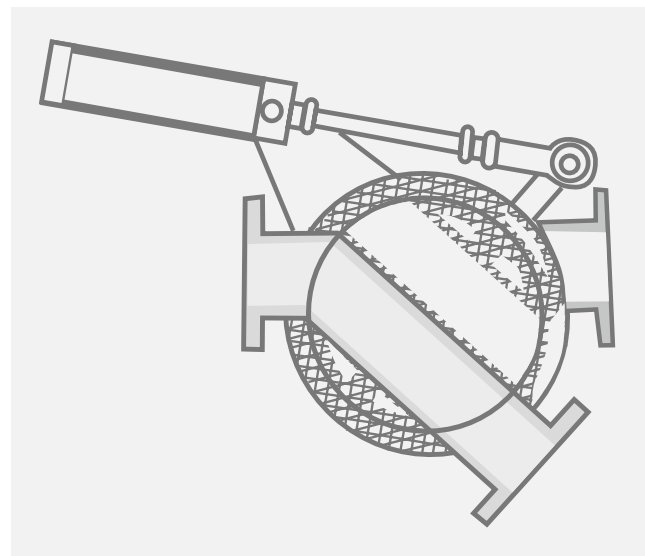


Bild 3: „Tunnel“-Wegeventil, Umlenkposition
 Fig. 3: “Tunnel”-type diverter valve, divert position

Using “tunnel”-type diverter valves that maintain the pipe’s full bore as much as possible, as shown in Figure 2, will also protect the material from damage. Avoid using diverter valves that have inner ledges or change the shape of the pipe bore; non-round shapes can prevent material slugs in a dense-phase conveying system from passing through the diverter valve.

Designing your material receiver to minimize degradation

A fragile material can be damaged as it discharges from the conveying system if it exits too quickly or impacts a wall or other hard surface rather than other material. Properly designing the material receiver at your conveying system endpoint can prevent this damage.

While the endpoint can have many different looks depending on how the material is being received, an effective receiver that won’t damage your material will have the following general characteristics: The receiver should have a short section of larger-diameter pipe at the conveying line’s end; this produces a deceleration zone that reduces some of the material’s momentum before it enters the receiver, preventing damaging impacts inside the receiver. If possible, the receiver design should allow material exiting the conveying line to impact other material rather than a wall or other hard surface; at low velocity, most fragile materials won’t be damaged by material-on-material impacts. If delivering material onto other material isn’t possible, then you can install a ledge-free tangential-inlet receiver at the system endpoint. The receiver diameter should be at least 5 times the diameter of the pipe entering it. The receiver will cause the material to flow in a smooth, curving path inside the receiver down toward the discharge, slowing the material and preventing it from impacting the receiver wall at high speed.



Schenck Process GmbH
Marketing Communication
Pallaswiesenstr. 100
64293 Darmstadt, Germany
T +49 61 51-15 31 26 81
F +49 61 51-15 31 27 54
press@schenckprocess.com
www.schenckprocess.com

Autor/Author:
Jonathan O. Thorn,
Mac Process
div. Schenck Process North America, Kansas City

Alle Angaben sind unverbindlich. Änderungen bleiben vorbehalten.
All information is given without obligation. All specifications are subject to change.

BV-S 2036 DE/GB

© by Schenck Process GmbH, 2013