



42

© Hosokawa Alpine

Electromobility

Prozesslösungen
für Graphitrundung

Process solutions
for graphite rounding

42

Bulk material

Schwankungen der
Inhaltsstoffe kompensieren

Compensate fluctuations
in ingredients

52



52

© Flexicon

Spannung des Förderbandreinigers

Ein Schlüssel zur optimalen Leistung

Conveyor belt cleaner tension

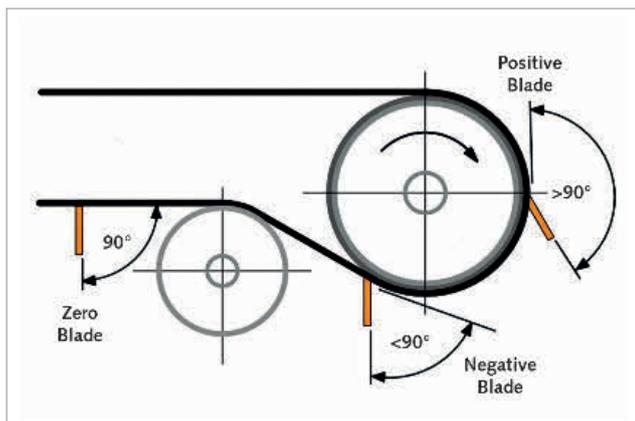
A key to optimal performance

Förderbandreiniger haben sich in den letzten 50 Jahren von meist hausgemachten Konstruktionen zu einer großen Vielfalt an technischen Lösungen für praktisch jede Anwendung entwickelt. Die Erwartungen haben sich im Laufe der Zeit geändert, da die Beziehung zwischen Gesundheit, Sicherheit und Produktivität und sauberen Bändern immer mehr akzeptiert wird. Da die Entwicklung weitergeht, ist es unwahrscheinlich, dass es eine einzige Lösung für das Problem der Gurtreinigung und der Konstruktion von Spannvorrichtungen gibt, da es zahlreiche Variablen und Bedingungen gibt, die die Wirksamkeit von Gurtreinigern beeinflussen.

Allgemeine Anforderungen

Eine Diskussion über Riemenreiniger-Spannvorrichtungen muss die grundlegenden Ansätze für die Riemenreinigung einschließen, da der effektivste Ansatz durch eine Kombination von Reiniger- und Spannvorrichtungskonstruktionen erreicht wird. Die Industrie hat sich für mechanische Reiniger und Spanner entschieden, weil sie einfach und wirtschaftlich sind. Die gebräuchlichsten mechanischen Riemenreiniger haben eine Klinge oder Bürste, die in verschiedenen Winkeln auf den Riemen gerichtet ist. Je nach Art des Reinigers und der verwendeten Materialien können sie sich dem Gurt entweder in einem positiven, negativen oder Nullwinkel nähern (**Bild 1**).

Unabhängig von der grundsätzlichen Reinigungsmethode führt die Beibehaltung des optimalen Anpressdruckbereichs zu einem optimalen Gleichgewicht zwischen Reinigungsleistung, Abnutzung der Reinigungselemente, Bandverschleiß und Leistungsbedarf. Die CEMA-Norm 576, Classification of Applications for Bulk Material Conveyors Belt Cleaning (Klassifizierung von Anwendungen für Schüttgut-Förderbänder), bietet ein leistungsorientiertes Klassifizierungssystem zur Verwendung bei der Spezifikation von Bandreinigern.



1 Klingentil-Reinigungswinkel • Blade style cleaning angles

© Martin Engineering

Conveyor belt cleaners have evolved over the last 50 years from mostly homemade designs to a wide variety of engineered solutions to suit virtually every application. The expectations have changed over time as the relationship between health, safety and productivity and clean belts have become more widely accepted. As development continues, a single solution to the problem of belt cleaning and tensioner design is unlikely to be found due to the numerous variables and conditions that affect belt cleaner effectiveness.

General requirements

A discussion about belt cleaner tensioners must include the basic approaches to belt cleaning, as the most effective approach is achieved through a combination of cleaner and tensioner designs. Industry has gravitated toward mechanical cleaners and tensioners because they are simple and economical. The most common mechanical belt cleaner designs present a blade or brush at various angles to the belt. Depending on the cleaner type and materials of construction, they can approach the belt at either a positive, negative or zero rake (**Fig. 1**).

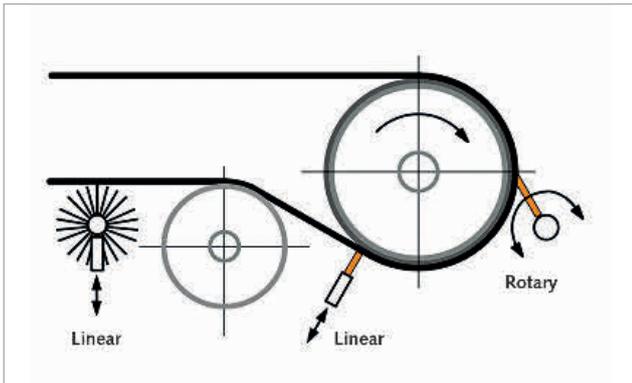
Regardless of the basic cleaning approach, maintaining the optimum range of contact pressure will result in the best balance between cleaning performance, cleaning element wear, belt wear and power requirements. CEMA Standard 576, Classification of Applications for Bulk Material Conveyors Belt Cleaning, provides a performance-based classification system for use in specifying belt cleaners.

Basic approaches to tensioning

There are two basic approaches to applying tension to the belt cleaner: linear and rotary (**Fig. 2**). The blade's angle of approach to the belt often dictates whether a linear or rotary tensioner is applied. The stored energy that creates the tensioning force most often comes from gravity, springs or actuators. CEMA defines the cleaning positions as Primary, Secondary and Tertiary (**Fig. 3**). Most belt cleaners mounted in the primary position utilize a rotary style tensioner, while most belt cleaners mounted in the secondary or tertiary positions use linear style tensioners.

Linear tensioners

Linear tensioners are most often applied where the compensation for wear is required in small increments, such as with hard metal-tipped cleaners located in the secondary cleaning position or with brush cleaners. The basic tensioner design approach is typically a carriage that constrains the support frame but allows linear movement along a guide or guides roughly perpendicular to the belt surface, with the support frame and blade design providing the cleaning angle. Some designs incorporate a relief ability for impact by splices or belt defects.



© Martin Engineering

2 Grundlegende Spannansätze • Basic tensioning approaches

Grundlegende Ansätze zum Spannen

Es gibt zwei grundsätzliche Ansätze für das Aufbringen der Spannung auf den Bandreiniger: linear und rotierend (Bild 2). Der Annäherungswinkel der Klinge an den Gurt bestimmt häufig, ob ein linearer oder rotierender Spanner eingesetzt wird. Die gespeicherte Energie, die die Spannkraft erzeugt, stammt meist aus der Schwerkraft, von Federn oder Aktuatoren. Die CEMA definiert die Reinigungspositionen als primär, sekundär und tertiär (Bild 3). Die meisten Gurtreiniger, die in der primären Position montiert sind, verwenden einen rotierenden Spanner, während die meisten Gurtreiniger, die in der sekundären oder tertiären Position montiert sind, lineare Spanner verwenden.

Lineare Spannvorrichtungen

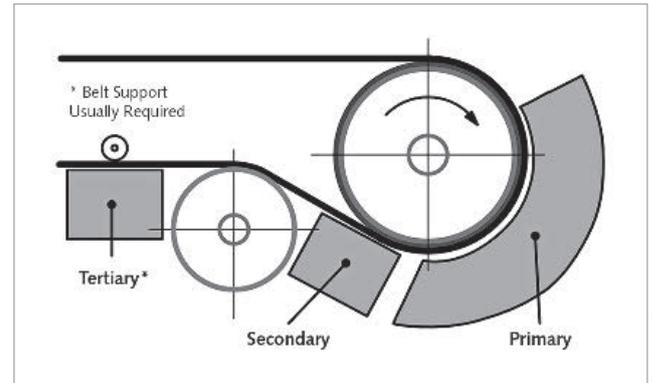
Lineare Spannvorrichtungen werden am häufigsten dort eingesetzt, wo der Verschleiß in kleinen Schritten ausgeglichen werden muss, wie z.B. bei Hartmetallreinigern in der sekundären Reinigungsposition oder bei Bürstenreinigern. Die Grundkonstruktion des Spanners besteht in der Regel aus einem Schlitten, der den Tragrahmen einschränkt, aber eine lineare Bewegung entlang einer oder mehrerer Führungen ermöglicht, die ungefähr senkrecht zur Bandoberfläche verlaufen. Einige Konstruktionen verfügen über eine Entlastungsmöglichkeit bei Stoßbelastungen durch Verbindungsstellen oder Gurtdefekte.

Die Vorteile von linearen Spannvorrichtungen sind unter anderem:

- Einfacher Aufbau
- Kann auf eine einzige Einstellung für den gesamten Blattverschleiß ausgelegt werden
- Zugangsfenster lassen sich leicht in die Montagefläche integrieren
- Sie können Ablenkungsskalen für eine genaue Einstellung des Reinigungsdrucks aufnehmen
- Bietet die Möglichkeit, ungleiche Einbaupositionen oder asymmetrischen Klingenschleiß auszugleichen

Zu den Nachteilen von linearen Spannvorrichtungen gehören:

- Der Platzbedarf des Spanners kann groß sein, was die Möglichkeiten für eine ideale Installation des Bandreinigers einschränkt.
- Es muss ein Zugang zur anderen Seite für die Einstellung vorhanden sein
- Die Führungsmechanismen sind anfällig für Verschmutzung durch Staub und Korrosion



© Martin Engineering

3 CEMA-definierte Reinigungspositionen
CEMA-defined cleaning positions

The advantages of linear tensioners include:

- Simple in design
- Can be engineered to one setting for full blade wear
- Access windows are easily incorporated within the mounting footprint
- Can accommodate actuator deflection scales for accurate adjustment of cleaning pressure
- Delivers the ability to adjust for uneven mounting positions or asymmetrical blade wear

The disadvantages of linear tensioners include:

- The tensioner footprint can be large, restricting options for ideal belt cleaner installation
- There must be access to the far side for adjustment
- The guide mechanisms are subject to fouling from dust and corrosion
- Changing from bottom adjustment to top adjustment or providing for adjustment from one side complicates the tensioner design

Rotary tensioners

Rotary tensioners utilizing an actuator are principally designed using a lever arm or an elastomeric element that is concentric with the belt cleaner support shaft. They apply a blade-to-belt contact surface determined by the actuating force and linkage geometry. The energy source delivers a force to the lever arm which rotates the shaft and forces the belt cleaner blade(s) against the belt surface. Rotary designs tend to be compact and, in most cases, the actuator(s) can be mounted at any orientation, which provides options for installing the belt cleaner in the optimum position.

Counterweight tensioner

At one time the most common rotary tensioner was a counterweighted lever arm, with its position adjusted to apply the design cleaning force to a blade or blades that contact the belt. A counterweight can be mounted on one end of the shaft or both. Usually, the initial installation would have the arm angle set so that at the midpoint of the blade wear the arm would be horizontal, thus roughly averaging the design cleaning force over the life of the blade (Fig. 4).

The primary advantage of the counterweight design is that it is self-adjusting by gravity. The disadvantages of the counterweight design are:

- Der Wechsel von der Einstellung von unten zur Einstellung von oben oder die Einstellung von einer Seite erschwert die Konstruktion der Spannvorrichtung.

Rotierende Spannvorrichtungen

Drehspannvorrichtungen, die einen Aktuator verwenden, sind in der Regel mit einem Hebelarm oder einem Elastomerelement konstruiert, das konzentrisch zur Stützwelle des Gurtreinigers angeordnet ist. Sie bringen eine Kontaktfläche zwischen Klinge und Riemen auf, die durch die Betätigungskraft und die Geometrie des Gestänges bestimmt wird. Die Energiequelle überträgt eine Kraft auf den Hebelarm, der die Welle dreht und die Klinge(n) des Bandreinigers gegen die Bandoberfläche drückt. Drehbare Konstruktionen sind in der Regel kompakt, und in den meisten Fällen können die Betätigungselemente in beliebiger Ausrichtung montiert werden, was die Möglichkeit bietet, den Gurtreiniger in der optimalen Position anzubringen.

Gegengewichts-Spannvorrichtung

Früher war der gängigste rotierende Spanner ein mit einem Gegengewicht versehener Hebelarm, dessen Position so eingestellt wird, dass die Reinigungskraft auf eine oder mehrere Klingen wirkt, die das Band berühren. Ein Gegengewicht kann an einem Ende der Welle oder an beiden Enden angebracht werden. In der Regel wird bei der Erstinstallation der Winkel des Arms so eingestellt, dass der Arm in der Mitte des Klingenschleißes waagrecht steht, so dass sich über die Lebensdauer der Klinge ein ungefährer Mittelwert der vorgesehenen Reinigungskraft ergibt (Bild 4).

Der Hauptvorteil der Gegengewichtskonstruktion besteht darin, dass sie sich durch die Schwerkraft selbst einstellt. Die Nachteile der Gegengewichtskonstruktion sind:

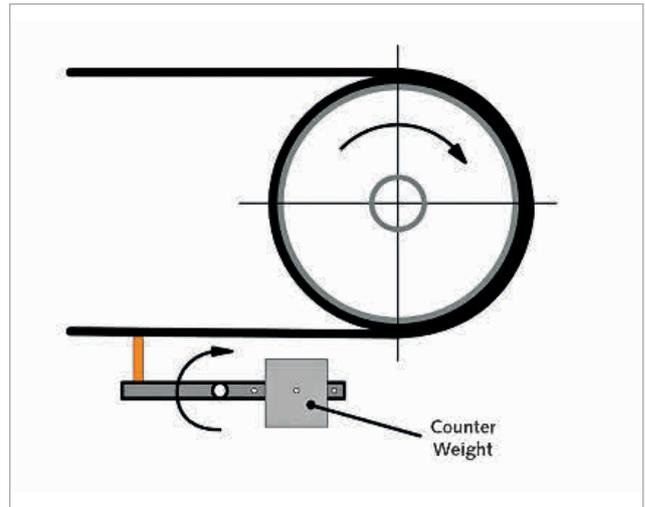
- Die fehlende Dämpfung, durch die die Schaufel und damit das Gewicht beim Aufprall auf eine Verbindungsstelle, stark anhaftendes Material wie Eis oder einen Defekt im Gurt zurückfedern kann. Die unerwartete Bewegung des Gegengewichts kann ein Sicherheitsrisiko darstellen und ein unkontrolliertes Aufprallen kann zu einer Beschädigung der oberen Bandabdeckung führen
- Der Gegengewichtsspanner nimmt viel Platz in Anspruch
- Wenn der Gegengewichtsarm nicht waagrecht montiert werden kann, verringert sich die auf das Messer wirkende Kraft, da der effektive Hebelarm verkürzt wird

Drehhebelarm und Spannvorrichtungen für Aktuatoren

Die rotierende Einstellung der Bandreinigungsklinge kann auf verschiedene Weise erfolgen. Der Tragrahmen befindet sich fast immer an einem festen Ort, kann aber frei gedreht werden. Die erforderlichen Spannkraften können durch viele Arten von Aktuatoren aufgebracht werden, z.B. durch Federn, Fluidzylinder, elektrische Aktuatoren oder durch ein in einem Elastomerelement gespeichertes Drehmoment. Drehspannvorrichtungen werden häufig bei Elastomerschaufeln eingesetzt, bei denen sich die Höhe und Dicke der Schaufel im Laufe der Abnutzung stark verändert (Bild 5).

Die Vorteile von Rotationsspannern sind:

- Eine kompakte Bauweise
- Ein einziger Spanner, der auf einer Seite des Förderers montiert wird, kann oft für eine Reihe von Lamellenarten und Bandbreiten verwendet werden



© Martin Engineering

4 Typische Gegengewichtsspanner
Typical counterweight tensioner

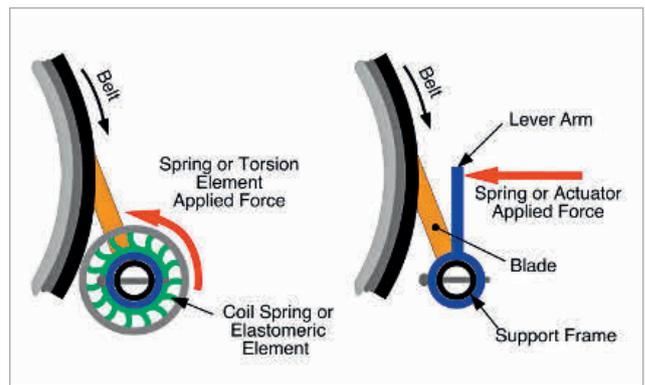
- The lack of damping which allows the blade and therefore the weight to bounce when struck by a splice, strongly adhered material, like ice or a defect in the belt. The unexpected movement of the counterweight can represent a safety hazard and uncontrolled bouncing can result in belt top cover damage
- The counterweight tensioner takes a significant amount of space
- If the counterweight arm cannot be mounted horizontally there is a reduction in the force applied to the blade, because the effective lever arm is shortened

Rotary lever arm and actuator tensioners

Rotary adjustment of the belt cleaning blade can be accomplished in several ways. The support frame is almost always in a fixed location but free to rotate. The required tensioning forces can be applied by many types of actuators, such as: springs, fluid cylinders, electric actuators or from torque stored in an elastomeric element. Rotary tensioners are often used with elastomeric blades, where the change in blade height and thickness as it wears is significant (Fig. 5).

The advantages of rotary tensioners are:

- A compact design
- A single tensioner mounted on one side of the conveyor can often be used for a range of blade styles and belt widths



© Martin Engineering

5 Typen von Drehspannern • Rotary tensioner types

- Sie können so konstruiert werden, dass der Spanner während der Lebensdauer der Schaufel so wenig wie möglich nachgestellt werden muss
- Es können viele Arten von Antrieben verwendet werden.

Die Nachteile von Rotationsspannern sind:

- Es kann ein Sicherheitsrisiko bestehen, wenn der Tragrahmen zu weit von der Riemenscheibe entfernt montiert ist und der Reiniger durchzieht
- Der Einbauort der Drehachse ist entscheidend für den richtigen Reinigungswinkel der Klinge
- Die konstante Kraft, die einige Antriebe ausgeben, kann im Laufe der Zeit zu einer großen Varianz des Reinigungsdrucks und der Lebensdauer der Klinge führen
- Wenn ein Spanner an beiden Enden des Tragrahmens erforderlich ist, ist es oft schwierig, die Antriebsseite des Förderers für die Montage und Einstellung zu erreichen

Andere Faktoren

Die Bedeutung einer ordnungsgemäßen Installation sollte für die ordnungsgemäße Leistung des Bandreinigers nicht außer Acht gelassen werden. Geringfügige Abweichungen bei der Positionierung des Tragrahmens im Verhältnis zum Gürtel können zu erheblichen Problemen bei der Wirksamkeit der Klingen und zum Verbiegen des Tragrahmens führen. Die meisten Hersteller liefern detaillierte Anweisungen für die Positionierung der Stützrahmen und Spannvorrichtungen, die für eine optimale Funktion befolgt werden müssen.

Um effektiv zu sein, sollten Bandreiniger häufig inspiziert und gewartet werden. In der Praxis wird die Wartung durch die Konstruktion des Förderers und die Anordnung des Antriebs und anderer Geräte erschwert. Die Berücksichtigung eines einfachen Zugangs und einer ergonomischen Anordnung der Abstreifer für Inspektion und Wartung in der Konstruktionsphase zahlt sich aus, denn dadurch werden Rücklauf, Wartungszeit und potenzielle Verletzungsgefahr reduziert.

Um die Wirksamkeit der Klingen zu maximieren und den schnellen Verschleiß zu minimieren, sollten die empfohlenen Einstellprotokolle befolgt werden. Studien haben gezeigt, dass es einen kritischen Reinigungsdruckbereich für verschiedene Arten von Reinigern und Messertypen gibt. Diese Studien zeigen, dass eine Überspannung des Bandreinigers nicht unbedingt die Reinigungswirkung verbessert, sondern häufig zu einem erhöhten Band- und Klingenschleiß sowie zu einem höheren Stromverbrauch führt.

Die Zukunft der Reinigerbespannung

Im Zuge des technischen Fortschritts integrieren die Lieferanten immer mehr Funktionen in die Konstruktion von Bandreinigern. Eine dieser Innovationen ist ein Bandreiniger-Positionsanzeiger, der die Klinge überwachen und die verbleibende Lebensdauer auf der Grundlage der aktuellen stündlichen Verschleißrate schätzen kann. Das Gerät kann direkt in bestehende Anlagen nachgerüstet werden und sendet eine Benachrichtigung an das Wartungspersonal oder Serviceunternehmen, wenn ein Bandreiniger nachgespannt oder ausgetauscht werden muss.

Diese Fähigkeit bringt eine Reihe von Vorteilen mit sich. Die Inspektions- und Wartungszeit wird verkürzt, da das War-

- They can be designed to minimize the number of times the tensioner has to be adjusted during the life of the blade
- Many types of actuators can be used

The disadvantages of rotary tensioners are:

- There can be a safety hazard if the support frame is mounted too far from the pulley and the cleaner pulls through
- The mounting location of the axis of rotation is critical for proper blade cleaning angle
- The constant force output by some actuators can result in a wide variance in cleaning pressure and blade life over time
- When a tensioner is required on both ends of the support frame, it is often difficult to access the drive side of the conveyor for mounting and adjustment

Other factors

The importance of proper installation should not be overlooked for the proper performance of the belt cleaner. Slight variations in the location of the support frame relative to the belt can cause significant issues with the effectiveness of the blades and can result in support frame bending. Most manufacturers provide detailed instructions for the location of the support frames and tensioners, which must be followed for optimal function.

To be effective, belt cleaners should be frequently inspected and maintained. In practice, the design of the conveyor structure and location of the drive and other equipment makes service difficult. Consideration in the design stage for easy access and ergonomic location of the cleaners for inspection and service will pay dividends in reducing carryback, maintenance time and potential exposure to injuries.

To maximize blade effectiveness and minimize rapid wear, the recommended adjustment protocols should be followed. Studies have shown that there is a critical cleaning pressure range for various types of cleaners and blade types. These studies demonstrate that over-tensioning the belt cleaner does not necessarily improve the cleaning effect, but often results in increased belt and blade wear as well as higher power consumption.

The future of cleaner tensioning

As technology continues to advance, suppliers are beginning to integrate an increasing level of functionality in belt cleaner designs. One such innovation is a belt cleaner position indicator that can monitor the blade and estimate remaining service life based on the current hourly wear rate. Able to retrofit directly to existing mainframes, the device is capable of sending a notification to maintenance personnel or service contractors when a cleaner requires re-tensioning or replacement.

This capability brings a number of benefits. Inspection and service time is reduced, as maintenance personnel no longer need to physically view the cleaner to determine the tension or wear status. It also reduces the time workers need to spend near the moving conveyor, helping to minimize the potential for accidents. By relying on data – not human judgement – to maintain the appropriate tension for optimal cleaning performance and monitor blade wear, the indicator maximizes service life and reports with certainty when a blade is nearing the end of its useful life, delivering a greater return on cleaner invest-

tungspersonal den Abstreifer nicht mehr physisch betrachten muss, um den Spannungs- oder Abnutzungszustand festzustellen. Auch die Zeit, die das Personal in der Nähe des sich bewegenden Förderbandes verbringen muss, wird reduziert, wodurch das Unfallrisiko minimiert wird. Da sich der Indikator auf Daten – und nicht auf menschliches Urteilsvermögen – stützt, um die richtige Spannung für eine optimale Reinigungsleistung aufrechtzuerhalten und den Klingenverschleiß zu überwachen, maximiert er die Lebensdauer und meldet mit Sicherheit, wenn sich eine Klinge dem Ende ihrer Nutzungsdauer nähert, was zu einer höheren Rentabilität der Reinigerinvestition führt. Ersatzteilbestellungen können für eine Just-in-Time-Lieferung eingeplant werden, wodurch sich die Notwendigkeit einer Lagerhaltung von Ersatzteilen verringert, und die Installation kann für geplante Ausfallzeiten anstatt für Notfälle geplant werden.



© Martin Engineering

6 Automatischer Spanner • Automated tensioner

Einen Schritt weiter geht ein weiteres zum Patent angemeldetes Gerät, das die Positionsanzeige mit einer automatischen Spannvorrichtung kombiniert. Diese neuartige angetriebene Baugruppe enthält Sensoren, die den Druck der Klinge ständig überwachen und ihre Position anpassen, um die optimale Reinigungsspannung aufrechtzuerhalten. Das Wartungspersonal muss nicht mehr jeden Reiniger aufsuchen und manuell nachspannen. Stattdessen werden diese Aufgaben automatisch durchgeführt, was die Wartungszeit reduziert und gleichzeitig die nutzbare Fläche jedes Reinigers maximiert. Analysen bieten einen beispiellosen Überblick über die Leistung von Bandreinigern, wobei die Daten in Echtzeit über eine speziell entwickelte App aus der Ferne abgerufen werden können.

Fazit

Während die Hersteller die Effektivität der Gurtreiniger weiter verbessern, ist klar geworden, dass es keine einzige oder ideale Lösung für die Gurtreinigung und die Auswahl der Spannvorrichtung gibt. Die Sicherheit des Personals und des Gurtes selbst ist ein wichtiger Aspekt bei der Auswahl eines Spanners. Eine einfache Inspektion und Wartung ist entscheidend für die Wirksamkeit des Gurtreinigers, daher muss der Spanner eine schnelle und sichere Wartung ermöglichen.

Die Auswahl eines Riemenreinigers sollte auf der Grundlage der in der CEMA-Norm 576 angegebenen Nennleistung des Reinigers und des entsprechenden Reinigungssystems erfolgen. Das System sollte auf der Grundlage der Lebenszykluskosten und nicht nur des Anschaffungspreises ausgewählt werden. Die Investition in eine effektive Bandreinigung rechtfertigt sich durch die direkte Kostenreduzierung (Reinigungskosten), die verlängerte Lebensdauer der Komponenten (oft 25 % bis 40 %) und die geringere Verletzungsgefahr, die in direktem Zusammenhang mit der geringeren Reinigungshäufigkeit steht.

Autor/Author: R. Todd Swinderman, P.E & CEO Emeritus, Martin Engineering

ment. Replacement orders can be scheduled for just-in-time delivery, reducing the need to stock parts inventory, and installation can be scheduled for planned downtime instead of on an emergency basis.

Taking the technology a step further is another patent-pending device that combines the position indicator with an automated tensioner. This novel powered assembly incorporates sensors that constantly monitor blade pressure and adjust its position to maintain optimal cleaning tension. Maintenance personnel no longer need to visit each cleaner and manually re-tension. Instead, the tasks are performed automatically, reducing maintenance time while maximizing the usable area of every cleaner. Analytics provide an unprecedented view and understanding of belt cleaner performance, with real-time data available remotely via a specially-designed app.

Conclusion

While manufacturers continue to improve belt cleaner effectiveness, it has become clear that there is no single or ideal solution for belt cleaning and tensioner selection. Safety of personnel and the belt itself is an important consideration when selecting a tensioner. Ease of inspection and maintenance is critical for belt cleaner effectiveness, so the tensioner must allow for quick and safe service.

The selection of a belt cleaner should be based on the duty rating of the cleaner as provided in CEMA Standard 576 and then the appropriate cleaning system selected. The system should be selected based on life cycle cost and not just the initial price. The investment for effective belt cleaning is justifiable on direct cost reduction (cleanup costs), extended component life (often 25 % to 40 %) and reduced exposure to injuries, which is directly related to reduced cleanup frequency.

www.martin-eng.com