



MINERAL PROCESSING EUR PE



34

© Beagle Systems

Drone technology

Remote-Anwendungen
im Bergbau

Remote applications
in mining

34

Crushing

Trends im Brechermarkt

Trends in the crusher market

46



46

© Terex



Klebrige Lagerung • Sticky storage

Mine in Michigan gewinnt Silokapazität und Produkt zurück

Michigan mine recovers silo capacity and product

Gregg Pickering, Silo-Servicetechniker

40

Martin Engineering, Neponset/USA

■ TRENDS & EQUIPMENT

Mobil oder stationär • Mobile or stationary

Trends im Brechermarkt und betriebliche Herausforderungen

Trends in the crusher market and operational challenges

Dr.-Ing. Joachim Harder

46

OneStone Consulting Ltd., Varna/Bulgarien

■ SERVICE

56

Impressum • Imprint



ZUKUNFT BAUEN.

WORLD DREDGERS

Kompetenz am, im und auf dem Wasser.

Das Team von World Dredgers B.V. ist Ihr Spezialist für Saugbaggerkonstruktionen, -bauten und alle dazugehörigen Ersatzteile zur lukrativen Kies- und Sandgewinnung.

www.world-dredgers.nl



SBM JAWMAX® 450

Mit dem raupenmobilen Backenbrecher JAWMAX® 450 setzt SBM Mineral Processing neue Maßstäbe in der 40-Tonnen-Klasse:

- Neu entwickelter Backenbrecher STE 110-70 mit 1100 x 700 mm Einlauf und automatischer Überlastsicherung;
- Unabhängiges Kreisschwinger -Vorsieb für mehr Qualität und Leistung;
- Sparsamer diesel-elektrischer Antrieb mit vollelektrischer Netzooption für alle Anlagenfunktionen;
- Optimiertes Transportgewicht (max. 39,2 t) und -abmessungen;
- Hochproduktiver Ein-Mann-Betrieb dank intelligenter Maschinensteuerung und serienmäßiger Fernbedienung;
- Max. Leistung: ca. 450 t/h.

With the track-mounted JAWMAX® 450 jaw crusher, SBM Mineral Processing sets new standards in the 40-tonne class:

- Newly developed STE 110-70 jaw crusher with 1100 x 700 mm intake and automatic overload protection;
- Independent circular vibrating pre-screen for more quality and throughput;
- Economical diesel-electric drive with all-electric mains option for all plant functions;
- Optimised transport weight (max. 39.2 t) and dimensions;
- Highly productive one-man operation thanks to intelligent machine control and remote control as standard;
- Max. output: approx. 450 t/h.

SBM MINERAL PROCESSING • AT-4664 Oberweis
www.sbm-mp.at



*Gregg Pickering, Silo-Servicetechniker
Martin Engineering, Neponset/USA
www.martin-eng.com*

Gregg Pickering arbeitet seit 44 Jahren bei Martin Engineering im Bereich Schüttguthandling, davon 29 Jahre mit Spezialisierung auf die Siloreinigung. Er war als Montageleiter vor Ort für Förderprodukte und als Ausbilder für Siloreinigungsgeräte und -verfahren tätig. Derzeit ist er Servicetechniker für die Siloreinigung, mit Zertifizierungen von MSHA und OSHA, und wurde professionell in Erster Hilfe und dem Betreten von engen Räumen geschult.

Klebrige Lagerung

Mine in Michigan gewinnt Silokapazität und Produkt zurück

Es gibt kein perfektes Design für Silos, Trichter oder Bunker. Ob Verstopfungen durch Feuchtigkeit oder anhaftendes Material verursacht werden, Ablagerungen an Neigungen, Toren und Wänden sind nahezu unvermeidlich und die Kapazität geht verloren. Dies beeinträchtigt die Produktion und erhöht den Frustrationsgrad, da wiederkehrende Verstopfungen ungeplante Ausfallzeiten verursachen, die behoben werden müssen. Außerdem kann die Beseitigung dieser Probleme durch Methoden wie das Schlagen auf die Seite des Behälters und das Durchstoßen der Verstopfungen mit Werkzeugen ein Sicherheitsrisiko für das Personal darstellen und zu Schäden an der Ausrüstung führen.

Sticky storage

Michigan mine recovers silo capacity and product

There is no perfect design for silos, hoppers or bins. Whether blockages are caused by humidity or inherently adhesive material, buildup on slopes, gates and walls is all but inevitable and capacity is lost. It affects production and raises frustration levels, as recurrent clogging causes unscheduled downtime to address. Moreover, remediating these issues through methods such as banging on the side of the vessel and jabbing the clogs with tools can pose a safety hazard for staff and lead to equipment damage.



Die Eagle Mine ist ein hochmoderner Betrieb, bei dessen Konstruktion Sicherheit und Umwelt im Vordergrund standen
A state-of-the-art operation, Eagle Mine was designed with safety and the environment in mind

Für Lundin Mining, die die Eagle-Mine und Humboldt-Mill im westlichen Marquette County auf der oberen Halbinsel von Michigan betreiben, haben die Sicherheit am Arbeitsplatz und ein sauberer, effizienter Betrieb Priorität. Die Mitarbeiter mussten häufige Wartungsarbeiten an den Lagerbehältern durchführen, um Ablagerungen zu beseitigen. Aufgrund der dadurch gegebenen potenziellen Gefahr und verringerten Kapazität wurde nach einer Lösung gesucht.

„Aufgrund unserer Abbau-Methode kann das Rohmaterial feucht und klebrig sein, wenn es in der Mühle ankommt, so dass Ablagerungen zu erwarten sind“, sagte Ted Lakomowski, Leitender Techniker für Zuverlässigkeit bei Lundin. Der Kammer-Abbau ist eine systematische Abbau-Methode von unten nach oben, bei der die Säulen durch Sprengungen gelockert und dann mit Frontladern in LKWs verladen und mit zementiertem und unzementiertem Füllgestein verfüllt werden. „Wir mussten Wartungsarbeiten an den Beschickungsauskleidungen am Boden des Bunkers durchführen, konnten dies aber aufgrund der Materialanhäufung nicht sicher tun. Herabfallende feste Brocken könnten dabei eine Gefahr darstellen, also haben wir sichere und kostengünstige Optionen geprüft.“

1 Von der Mine zum Silo

Lundin Mining mit Hauptsitz in Toronto/Kanada ist ein globales Unternehmen, das sich auf die Gewinnung von Basismetallen konzentriert. Als einzige primäre Nickelmine in den Vereinigten Staaten produziert die Eagle-Mine des Unternehmens 1,5 % der gesamten Nickelproduktion der Welt. Sie wurde 2014 eröffnet und soll über ihre geschätzte Lebensdauer von 11 Jahren 0,163 Mio. t Nickel und 0,139 Mio. t Kupfer sowie kleine Mengen anderer Metalle produzieren. Das Unternehmen ver-

For Lundin Mining, operating the Eagle Mine and the Humboldt Mill in Western Marquette County of Michigan's Upper Peninsula, workplace safety and a clean, efficient operation are priorities. The staff needed to perform frequent maintenance on storage vessels to dislodge buildup. Due to the potential danger and reduced capacity, a solution was sought.

“Due to our stoping method, the raw material can be damp and tacky when it arrives at the mill, so buildup is expected,” said Ted Lakomowski, Lead Reliability Technician for Lundin. Stoping is a systematic bottom-up method of mining where columns are loosened through blasting then mucked by front loaders into trucks and backfilled using cemented and uncemented rockfill. “We needed to perform maintenance on the feeder liners located at the bottom of the bin, but we couldn't do it safely due to the material buildup. We were concerned solid chunks falling could be a hazard, so we reviewed safe and affordable options.”

1 From mine to silo

Headquartered in Toronto/Canada, Lundin Mining is a global company with a focus on the extraction of base metals. As the only primary nickel mine in the United States, the firm's Eagle Mine produces 1.5 % of the world's total nickel production. It opened in 2014 and is expected to produce 0,163 Mio. t of nickel and 0,139 Mio. t of copper, as well as small amounts of other metals over its estimated eleven-year lifespan. The company uses a bench-and-fill stoping process to extract roughly 2000 t/d, hauled to the surface by specialized underground trucks. The haulers carry \approx 45,4 t loads through a 1.6 km long and 5.4 m diameter ramp shaft descending into the earth at a 13 % grade.



© Martin Engineering

1 Auf dem Gelände einer alten Erzaufbereitungsanlage wurde die Humboldt-Mühle mit modernster Technik nachgerüstet
 Located on the sight of an old ore processing mill, Humboldt Mill was retrofitted with the latest technology

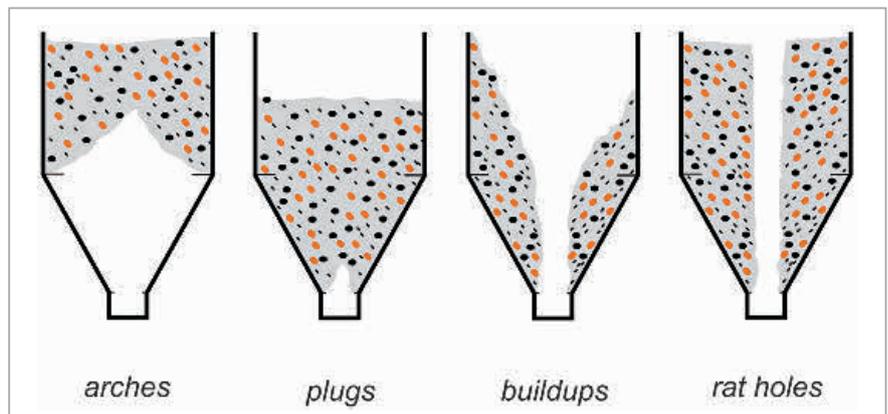
wendet ein Bench-and-Fill-Stoping-Verfahren, um etwa 2000 t täglich zu gewinnen, die mit speziellen Untertage-LKWs an die Oberfläche befördert werden. Die Lastwagen transportieren ≈ 45.4 t Lasten durch einen 1,6 km langen und 5,4 m durchmessenden Rampenschacht, der mit einer 13 %igen Steigung in die Erde hinabführt.

Das Roherz wird zunächst in einer überdachten Haldenanlage gelagert, bevor es mit einem Lkw 105 km zur Humboldt Mill transportiert wird. Nach der Ankunft durchläuft das Roherz mehrere Zerkleinerungs- und Förderkreisläufe, die es auf eine Größe von 9,5 mm reduzieren. Das Material wird dann mit einer Geschwindigkeit von 91,4 m/min vom Brecherkreislauf zu den Feinerzsilos über eine Reihe von 76 cm breiten Förderbändern transportiert.

Die 3 rechteckigen Bunker mit einem Fassungsvermögen von jeweils ca. 1274 m³ sind nebeneinander angeordnet und verjüngen sich nach unten zu sechs Spaltaufgebern am Boden (2 in jedem Bunker). Die Mündung jedes Bunkers wird oben von einer Stahlträger-Trennwand gestützt. Das gelagerte Material gelangt dann in eine einstufige Kugelmühle, die es weiter auf die Konsistenz von Sand zermahlt, wo es zu einer Aufschlämme gemischt und einem selektiven Flotationsprozess zugeführt wird, um das Nickel und andere wertvolle Mineralien abzutrennen.

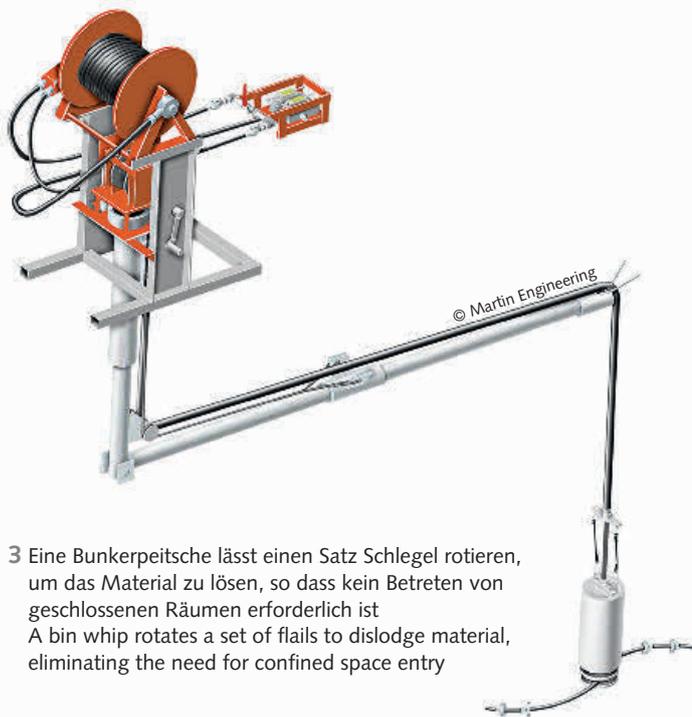
Raw ore is first stored in a covered stockpile facility prior to transport 105 km by truck to the Humboldt Mill. Upon arrival, the raw ore is passed through a series of crushing and conveying circuits, reducing it to 9.5 mm in size. Material is then conveyed by a series of 76 cm wide conveyors traveling at 91.4 m/min from the crushing circuit to the fine ore bins.

The 3 rectangular bins, each with a capacity of approximately 1274 m³, are arranged side by side, tapering down to six slot feeders on the bottom (2 in each bin). The mouth of each bin is supported above by a structural steel beam divider. The stored material then enters a single stage ball mill which grinds it further to the consistency of sand, where it is mixed into a



© Martin Engineering

2 Die häufigsten Formen von Ablagerungen an der Austragsstelle
 The most common forms of buildup at the discharge point



3 Eine Bunkerpeitsche lässt einen Satz Schlegel rotieren, um das Material zu lösen, so dass kein Betreten von geschlossenen Räumen erforderlich ist
A bin whip rotates a set of flails to dislodge material, eliminating the need for confined space entry

2 Sichere Siloreinigung

Der Feuchtigkeitsgehalt des Materials, das die drei rechteckigen Feinerzsilos durchläuft, liegt je nach Jahreszeit zwischen 1 und 3 %. „Im Laufe von drei Jahren begann sich eine beträchtliche Menge oxidierten Erzes an den Wänden der Bunker zu bilden“, erklärt Lakomowski. „Die Ablagerungen begannen, Rinnen zu bilden, und gelegentlich lösten sich Brocken von der Behälterwand und verstopften den darunter liegenden Förderer. Das Lösen der Verstopfung ist eine manuelle Arbeit, die gefährlich sein kann, daher wollten wir die Risiken minimieren.“

Jeder Bunker ist etwa 9 m hoch und hat unten zwei Austragsrinnen, die auf das Zuführband führen. Lakomowski schätzt, dass durch anhaftendes Material etwa 15 – 20 % Kapazität jedes Behälters verloren geht. Als Folge von Anhaftungen an den Seiten bilden sich in der Regel in der Mitte von Trichtern, Behältern und Silos sogenannte Rattenlöcher. Die Anhaftungen behinderten den Materialfluss zwar nicht vollständig, verringerten aber schnell die Kapazität des Behälters und führten oft zu einer „Brückenbildung“, d.h. einer vollständigen Blockade, die den Prozess zum Stillstand brachte. Sobald sich das anhaftende Material löst, in Stücken herunterfällt und die Zuführungsleitungen blockiert, müssen die Arbeiter mit Werkzeugen hineingreifen, um das Hindernis zu beseitigen – eine gefährliche Prozedur bei Wartungsarbeiten.

Schwere Anhäufungen können auch Probleme mit der Gewichtsverteilung verursachen. Es ist bekannt, dass fließende Schüttgüter ungleiche Wanddrücke an Silos erzeugen können [1]. Wenn sie zu lange stehen bleiben, kann die Anhäufung die Gefahr von Wandschäden erhöhen. Lagerbehälter sind typischerweise aus einem stabilen Metallrahmen aufgebaut, wobei die Wände aus einem oder mehreren relativ dünnen Blechen bestehen. Um auf Druckunterschiede beim Befüllen und Entladen des Silos zu reagieren, ist eine gewisse Flexibilität von

slurry and passed to a selective flotation process to separate the nickel and other valuable minerals.

2 Silo cleaning safety

Located inside a processing complex, the moisture content of the material passing through the three rectangular fine ore bins ranges from 1 to 3 %, depending on the time of year. “Over the span of three years, a considerable amount of oxidized ore began to form on the walls of the bins,” Lakomowski explained. “The buildup began forming ratholes, and random chunks would break free from the bin wall at times and plug the feeder below. Unblocking the feeder is a manual effort that could be hazardous, so we wanted to mitigate the risks.”

Roughly 9 m tall, each bin has two discharge feeders at the bottom – discharging onto the feeder belt. Lakomowski estimated that they were losing approximately 15 to 20 % capacity of each bin from adhered material. Rat holes generally form in the center of hoppers, bins and silos as a result of buildup around the sides. Although the accumulation did not completely obstruct the flow of material, it quickly diminished the capacity of the vessel and often led to “bridging”, a complete blockage that brought the process to a stop. As soon as adhering material comes loose, falls down in pieces and blocks the supply lines, the workers have to reach in with tools to remove the obstacle – a dangerous procedure during maintenance work.

Heavy accumulation can also cause weight distribution issues. It is well known that flowing bulk materials can create unequal wall pressures on silos [1]. If left for too long, the buildup can increase the hazards of wall damage. Storage vessels are typically constructed of a sturdy metal frame, with walls consisting of one or more relatively thin metal sheets. To react to pressure differences of filling and unloading the silo, some flexibility is advantageous. However, excess weight – especially when unevenly distributed and coupled with pressure buildup – can cause expensive structural damage.



© Martin Engineering

4 Die Reinigungsmannschaft stellt die Peitschen außerhalb der Zugangsluken auf • The cleaning crew set up the whips outside of the access hatches



© Martin Engineering

5 Das Gerät wird über die Zugangsluke in das Silo abgesenkt und arbeitet von unten nach oben • Lowered into the silo from the access hatch, the device operates from the bottom up

Vorteil. Überschüssiges Gewicht – insbesondere bei ungleichmäßiger Verteilung und in Verbindung mit Druckaufbau – kann jedoch teure Strukturschäden verursachen.

3 Praktikable Reinigungsmethode

Die Geschäftsleitung setzte sich mit Martin Engineering in Verbindung, um nach einer passenden Siloreinigungsmethoden zu suchen, die den baulichen Gegebenheiten des Behälters gerecht werden konnte. „Als sie uns auf das Problem aufmerksam machten, untersuchten wir die Behälter und prüften die Optionen für eine praktikable Lösung“, erinnert sich Jason Haynes, Gebietsleiter bei Martin Engineering. „Glücklicherweise war das Material nicht brennbar und jeder Behälter hatte zwei Zugangspunkte, so dass wir die Wahl hatten, welches System wir verwenden wollten. Aufgrund der dichten Verfestigung entschieden wir uns für die Schwerlastpeitsche.“

Eine erfahrene Zwei-Mann-Crew stellte zwei Martin® HD (Heavy-Duty) Whip Busters außerhalb der Zugangsluken auf den Behältern auf. Das mit Druckluft betriebene System kann mit einer Vielzahl von Peitschen, Schlegeln und Schneidkanten für bestimmte Materialien und Anwendungen ausgestattet werden. Jedes Anbaugerät ist so konzipiert, dass es angesammeltes Material abschlägt, ohne die Behälterwände oder die Stützstruktur zu beschädigen.

Wenn das Material den Abfluss vollständig blockiert, verwendet die Mannschaft normalerweise einen „Behälterbohrer“, um ein Loch mit einem Durchmesser von 305 mm durch die Materialanhäufung zu bohren. Die kraftvolle hydraulische Wirkung des Bohrers bahnt sich ihren Weg durch die Blockaden und gibt einen Weg in Tiefen von bis zu 45 m frei. Dieser Weg wird zum Kanal, durch den das gelöste Material fließt, und die Silo-Reinigungsmannschaft verwendet dann die Behälterpeitsche, um die Reinigung abzuschließen.

Der aufgerollte modulare Ausleger kann bis zu 8,5 m ausfahren und Behälter mit einem Durchmesser von 18 m und

3 Optimal cleaning method

The management contacted Martin Engineering to look for a suitable silo cleaning method that could accommodate the structural constraints of the bin. “When they brought the issue to our attention, we examined the vessels and reviewed the options for a viable solution,” Martin Engineering Territory Manager Jason Haynes recalled. “Fortunately, the material was non-combustible and each bin had two access points, so we had choices for the specific system to use. Due to the dense solidification, we decided to go with the heavy-duty whip.”

An experienced two-man crew set up two Martin® HD (heavy-duty) Whip Busters at the top of the bins, outside of the access hatches. Powered by compressed air, the system can be equipped with a variety of whips, flails and cutting edges for specific materials and applications. Each attachment is designed to knock down accumulated material without damaging the vessel walls or support structure.

If the material is completely blocking the discharge, the crew will typically use a “bin drill” to open a 305 mm diameter hole through the accumulation. The drill’s powerful hydraulic action drives its way through blockages, clearing a pathway at depths up to 45 m. This becomes the channel for the loosened material to flow through, and the silo cleaning crew then uses the bin whip to finish the cleaning.



© Martin Engineering

6 Eine effektive Siloreinigung erfordert geschulte Techniker, die sicher reinigen können, ohne den Behälter zu beschädigen
Effective silo cleaning requires trained technicians who can safely clean without damaging the vessel

einer Höhe von 68,5 m reinigen. Das Gerät wird über die Zugangsluke in das Silo abgesenkt und arbeitet von unten nach oben, während der pneumatische Schneidkopf eine kraftvolle Peitschenwirkung entfaltet, um auch schwierige Materialien zu lösen. Der ausfahrbare Arm und die Fernsteuerung ermöglichen dem Bediener die Kontrolle über den Peitschenkopf, so dass das Team dichtes Material vollständig entfernen kann, ohne an Stützstangen hängen zu bleiben und ohne in enge Räume eindringen zu müssen, um verhedderte Ausrüstung zu lösen.

Aufgrund des Zeitverlustes durch die vorangegangenen erfolglosen Siloreinigungsaktivitäten wurden drei Schichten für den 24-Stunden-Betrieb eingerichtet, um die zusätzliche Störung zu minimieren. „Durch die entstandenen Produktionseinschränkungen waren wir gezwungen, die einzelnen Silos im Abstand von einigen Wochen zu reinigen“, so Lakomowski.

4 Sicherheit vor Ort

Nachdem sich die Ablagerungen drei Jahre lang angesammelt hatten, waren sie erheblich verhärtet. Die Bediener wussten, dass der Aufprall der Peitsche Risse verursachen würde, durch die große Stücke aus dem Abfluss fallen und beim Aufprall möglicherweise gefährliche Trümmer erzeugen könnten. Daher mussten einige zusätzliche Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden.

Zu diesen Sicherheitsmaßnahmen gehörten:

- Blockieren der Zugangslöcher mit einer harten Barrikade und rotem Gefahrenband auf der Oberseite der Behälter
- Unten wurde der Bereich, in dem die Trümmer verteilt wurden, mit Warnband abgesperrt
- Das Förderband wurde abgeschaltet und das Lock-out/Tag-out-Verfahren wurde vor jeder Materialentnahme abgeschlossen
- Geschultes Personal, das die Silo-Reinigungsmaschinen bedient
- Sichere Verfahren zur Zerkleinerung großer Trümmerteile
- Der Bereich wurde während des Projekts sauber und frei von Ablagerungen gehalten

5 Erhöhte Kapazität verbessert die Produktion

Nach Abschluss der Reinigungsarbeiten berichteten die Bediener, dass die Behälter zu 100 % ausgelastet sind und die Produktion dadurch effizienter geworden ist. Der strenge 24-Stunden-Reinigungsplan reduzierte die Zeitspanne für das Projekt, minimierte die betrieblichen Ausfallzeiten und verbesserte den Return on Investment (ROI). Die Sicherheitsprotokolle wurden strikt befolgt und der Bereich ist jetzt sicherer zu bearbeiten.

Literatur • Literature

[1] Swinderman, Todd; Marti, Andrew; Goldbeck, Larry; Marshall, Daniel; Strelbel, Mark: Foundations – The Practical Resource for Cleaner, Safer, More Productive Dust & Material Control; 4th Edition; pg. 408; Martin Engineering; Worzalla Publishing Company; Stevens Point, Wisconsin 2009. <https://www.martin-eng.com/content/page/552/foundations-conveyor-systems-book>



© Martin Engineering

7 Vorher und nachher: Blick nach unten in den Behälter
Before and After: looking downward into the vessel

Able to extend as far as 8.5 m, the coiled modular boom can clean vessels as wide as 18 m in diameter and 68.5 m tall. Lowered into the silo from the access hatch, the device operates from the bottom up as the pneumatic cutting head delivers a powerful whipping action to dislodge even difficult materials. The extending arm and remote operation provide operators control over the whip head, allowing the team to completely clear dense material with no hang-ups on support bars and no confined space entry required to untie tangled equipment. Due to time lost from the previous unsuccessful silo cleaning activities, three shifts were set up for 24-hour operation to minimize the additional disruption. “Production constraints forced us to clean each bin a few weeks apart from one another,” said Lakomowski.

4 Site safety

After accumulating for three years, the buildup had hardened significantly. Operators knew that the impact from the whip would cause cracks that could allow large pieces to fall out of the discharge, possibly creating hazardous debris upon impact. This required some extra precautions to be taken.

Safety measures included:

- Blocking the access holes with a hard barricade and red danger tape on the top of the bins
- At the bottom, caution tape around the debris dispersal area
- The feeder belt was shut down and the lock-out/tag-out procedure was completed before any material removal
- Trained personnel operating the silo cleaning machinery
- Safe procedures for breaking up large debris
- Keeping the area clean and free of debris during the project

5 Increased capacity improves production

After the cleanouts were completed, operators reported that the bins are at 100 % capacity and production has become more efficient as a result. The stringent 24-hour cleanout schedule reduced the timespan for the project, minimizing operational downtime and improving the return on investment (ROI). Safety protocols were strictly followed and the area is now safer to work around.