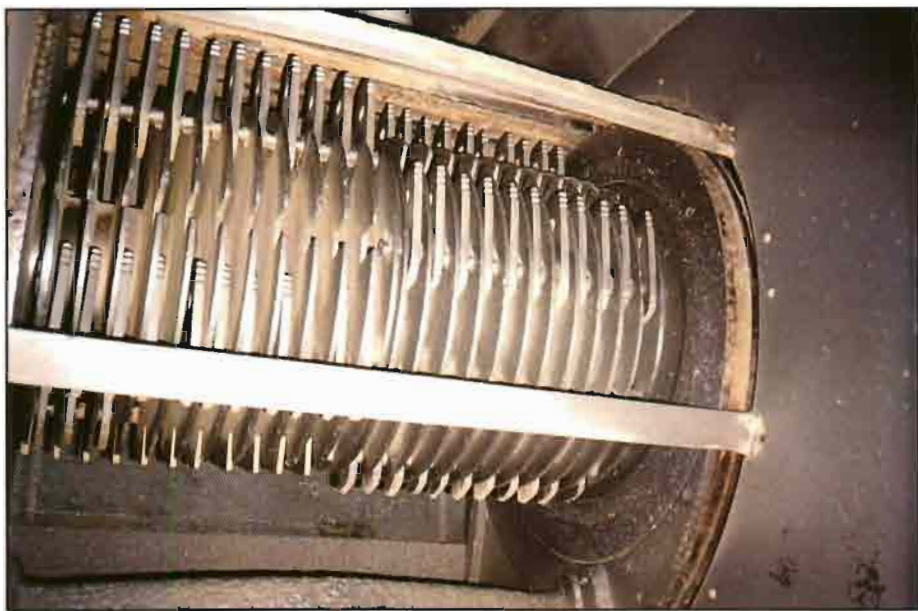


Molienda en fábricas de piensos

Equipos empleados y aspectos técnicos



Rotor de un molino horizontal. En el fondo puede verse el tamiz, y en la parte anterior la ranura donde registra el otro tamiz.

Se analizan los tipos de molinos utilizados en la molienda para la fabricación de piensos, así como los factores que afectan a la calidad y al rendimiento productivo.

JESUS LAMBAN LAMBAN

Jefe del Area de Producción de Nanta Zaragoza, S.A.

El hombre ha molido desde siempre las materias primas (granos, semillas, etc.) existentes, bien para él mismo o para su ganado y con el objeto de mejorar su comestibilidad y digestibilidad.

Al igual que muchas otras operaciones industriales, las técnicas de molienda han tenido una rápida evolución a lo largo de las últimas décadas. Mientras que nuestros antepasados debían apelar a su propia fuerza física o a la de sus animales, el descubrimiento y la utilización de las nuevas fuentes de energía han abierto el camino a diferentes soluciones técnicas en este proceso.

TIPOS DE MOLINOS

Los equipos empleados en la reducción del tamaño de las partículas, en

función de la granulometría y homogeneidad que se desea en este proceso, pueden clasificarse en:

- **Cortadoras** que producen la separación o reducción del producto entero por acción de la presión con ayuda de unas cuchillas. Es un proceso muy empleado en henos, en los que se desea un troceamiento a partículas muy reducidas o cuando quiere reducirse el tamaño para su reducción final en molino de martillos.

- **Trituradoras**, en donde se aplican fuerzas de presión para la reducción del tamaño. Aun que pueden emplearse varios tipos de máquinas, las mas frecuentes son las que se basan en el trabajo de dos rodillos con sentido de giro opuesto, por donde se hace pasar al material, lo que comunmente se llama «molino de rodillos».

- **Reducción por impacto o percusión**, que es el proceso más comúnmente utilizado en la industria de piensos compuestos para la reducción de ingredientes. Esta molienda suele hacerse con lo que se denominan «molinos de martillos», aunque los hay de otras clases (molino «jet», en el que el material a reducir es llevado sobre aire o gas a través de una tobera contra el disco de impactos; o el molino de «impulso centrífugo» con dos discos horizontales y paralelos, con anillos impactadores de acero en la circunferencia, formando un rotor que es alimentado por el eje central con los materiales a moler y es conducido a la periferia por la fuerza centrífuga producida entre los discos).

En la fabricación de los piensos compuestos se emplea habitualmente (más del 95%), el molino de martillos, y en algunas ocasiones el molino de rodillos. Vamos a pasar a describir cada uno de ellos.

Molino de rodillos

Los molinos de rodillos son empleados para hacer copos, escamas o simplemente aplastar o desgarrar los granos. La actuación de este molino se funda en la acción de dos cilindros que giran con movimientos opuestos a la misma velocidad, dejando pasar entre ellos el grano. Las superficies de los cilindros pueden ser irregularmente granuladas o con perfiles de sierra y en algunos casos uno puede tenerla lisa y el otro arrugada. Cuando los rodillos funcionan a velocidades diferentes se puede conseguir el cortado de los granos. Son frecuentes los molinos que tienen más de un par de rodillos.

Normalmente este tipo de molinos se emplea en procesos en los que el grano es tratado previamente con vapor con el objeto de obtener lo que los norteamericanos llaman «flakes», que puede ser traducido por copos o escamas, en los que se produce una racemización de los almidones con expansión del cereal.

Molino de martillos

Es el tipo de molino más extendido en Europa y ha pasado por un período de desarrollo de alrededor de cien años, habiendo experimentado mejoras esenciales en la última parte de este período. En la actualidad existe gran variedad de diseños de este tipo de molino de martillos en función de:

- Orientación del eje principal: Horizontales y verticales.
- Velocidad de giro: 3.000 r.p.m., 1.500 r.p.m. o variable.
- Alimentación del producto: Única y centrada o múltiple y repartida.
- Evacuación del molido: Inferior o lateral.
- Sistema de evacuación: Por depresión de aire o mecánica.

El más extendido es el molino horizontal de 3.000 r.p.m., pero la tendencia es hacia la instalación de molinos de martillos verticales de velocidad variable con alimentación repartida en varios puntos. En la elección para una instalación nueva se deberá tener en cuenta el volumen de toneladas a moler, la existencia o no de servicio de mantenimiento permanente, la disponibilidad de repuestos, la altura disponible en fábrica, la cuantía de la inversión, etc. En líneas generales un molino de martillos genérico consta de:

- Eje de acero de aleación cromo-molibdeno tratado, sobre el que van unas chapas con agujeros.
- Martillos de acero dulce cementado, que son chapas rectangulares que van sobre los pasantes instalados en los agujeros de las chapas montadas sobre el eje, que producen en primer lugar la deformación plástica del grano y seguidamente la ruptura por estallido por percusión. La velocidad tangencial del martillo oscila entre 80 y 110 m/s.
- Tamiz (criba), que es una chapa perforada con agujeros del diámetro adecuado a cada materia prima según la curva de granulometría que se desea obtener y su homogeneidad, de forma igual a la trayectoria descrita por el martillo en su interior (circular).

Los componentes físico-dinámicos de la molienda por impacto o percusión

han sido ampliamente estudiados por diversos autores en los últimos años, llegando a construir una sólida teoría de este tipo de tratamiento. El modelo más aceptado y aplicable a este proceso parte del hecho que el impacto del molido se produce cuando las partículas a reducir encuentran a alta velocidad la superficie del molino. La ruptura o no de las partículas depende de la fuerza aplicada y de la capacidad de resistencia del producto. La energía de ruptura de la partícula se produce esencialmente por la denominada energía cinética y los materiales son más fáciles de reducir si contienen grietas, estratificaciones o inclusiones de otros productos.

En los molinos de alta velocidad, la energía gastada en la deformación de los granos de cereal es mínima, lo que se traduce en mayor eficacia.

Sean M1 y M2 las masas antes de la colisión, V1 y V2 sus velocidades respectivas, y V y M, velocidad y masa comunes después de la colisión.

En el instante después de la colisión, y por la conservación de la cantidad de movimiento:

$$V = (M1 \cdot V1 + M2 \cdot V2) / (M1 + M2)$$

El incremento de energía, ΔEC (cambio de energía cinética), es la empleada en la deformación de las partículas y en la producción de las rupturas, lo que representa la energía usada en la generación de nuevas superficies, por lo tanto:

$$\Delta EC = EC1 + EC2 - EC = (0,5 \cdot M1 \cdot V1^2) + (0,5 \cdot M2 \cdot V2^2) - [0,5 \cdot (M1 + M2) \cdot V^2]$$

Es decir:

$$\Delta EC = [M1 \cdot M2 \cdot (V1 + V2)^2] / [2 \cdot (M1 + M2)]$$

Analizando esta ecuación para el incremento de la energía cinética, resulta evidente que la velocidad y la masa de

la partícula en segundo lugar, son los factores más importantes para la utilización más adecuada de la energía en la molienda. Asimismo con bajas temperaturas se incrementa el rendimiento al disminuir la necesidad de energía a emplear para la deformación plástica. De hecho, en especias como el pimentón, la nuez moscada, el azafrán, etc., y otros productos como el azúcar, el café, cacao y otros, se emplea la molienda criogénica

Comparaciones

Tal y como ya se ha expuesto, en España es mayor el porcentaje de molinos de martillos frente al de rodillos, principalmente por que:

1. Muele indistintamente cualquier tipo de productos, simplificando el equipo a instalar en la fábrica (materias «nobles» y subproductos).

2. Fácil manejo por personal sin cualificar y requiere poca atención por parte de mantenimiento. Los cambios de camisas de los rodillos por su desgaste o por necesidad de obtener distintas granulometrías son más costosos que los cambios de tamices.

3. Coste de la inversión inicial menor.

4. La producción horaria, con una buena alimentación de material, evacuación del molido y control del estado de tamices y martillos, es mayor en el molino de martillos.

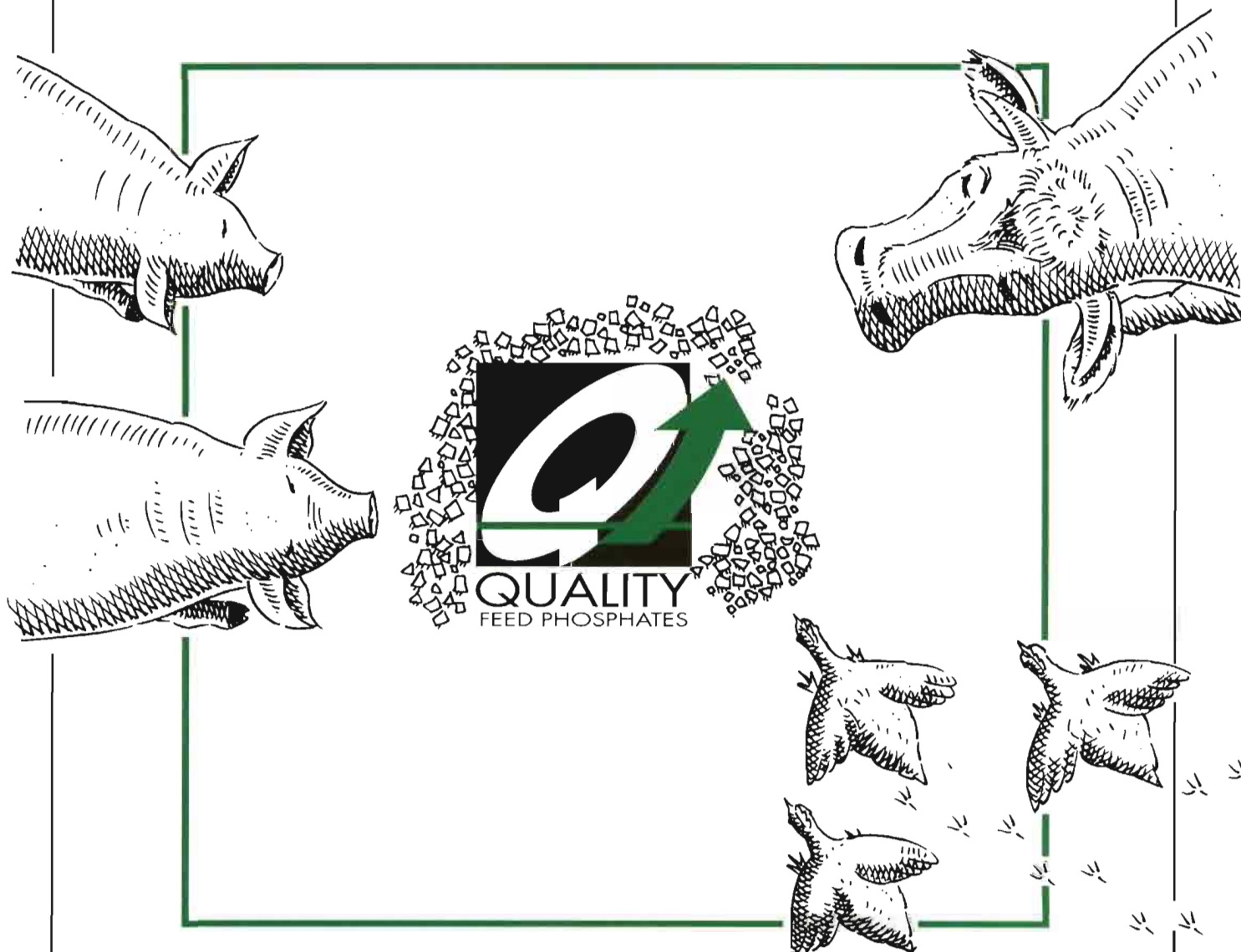
Sin embargo, tal y como aparece reflejado en la revista *Feedstuffs* de enero de 1988, recientes estudios que consideran el proceso energético global de la molienda, incluyendo el aumento de temperatura (lo que supone energía gastada en generar calor en vez de emplearse en una eficiente reducción del tamaño de la partícula), y la humedad evaporada en este proceso (pérdida de material, que es una parte de las mermas globales de una planta), puede argumentarse que el molino de rodillos es más completo desde el punto de vista del rendimiento global energético.

Asimismo, la revista *Feed Management* de septiembre de 1993, en un artículo sobre la comparación entre los dos tipos de molinos, expone la siguiente conclusión: En las fábricas

«El molino de martillos es el más extendido en Europa y ha pasado por un período de desarrollo de alrededor de cien años»

FOSFATOS ALIMENTICIOS

vitales para la nutrición animal



Para conseguir una producción ganadera óptima, así como una buena conservación del medio ambiente, resulta fundamental suministrar al ganado unas cantidades equilibradas y previsibles de fósforo disponible biológicamente - un fósforo que se presente de manera que el animal lo pueda digerir con facilidad.

A diferencia de otras fuentes de fósforo, sólo los fosfatos alimenticios inorgánicos que lleven el símbolo de calidad de "fosfatos para alimentación animal" garantizan que son los que tienen el contenido en fósforo exigido y la disponibilidad biológica necesaria.

Fabricados con las técnicas de producción más modernas, estos productos ofrecen un alimento suplementario a base de fósforo de la mejor calidad y con unos niveles de impurezas perjudiciales (flúor y metales pesados) mínimos.

Para estar seguro de que proporciona unas cantidades de fósforo equilibradas, use sólo los fosfatos alimenticios inorgánicos que lleven el símbolo de calidad de "fosfatos para alimentación animal".



EUROPEAN CHEMICAL INDUSTRY COUNCIL

FOSFATOS ALIMENTICIOS INORGÁNICOS

grupo sectorial del C E F I C

Av. E. Van Nieuwenhuyse 4 - Box 2 - B-1160 Brussels
Tel.: (32) 2 676 72 79 - Fax: (32) 2 676 73 01

donde se emplean una gran cantidad de cereales (granos) en las fórmulas (ver «ubicación del molino en el proceso de fabricación»), los molinos de rodillos tienen más interés económico que los de martillos, incluyendo los costos de mantenimiento y repuestos a medio plazo. En las fábricas que se muele cada materia prima por separado, debido al problema que tienen los molinos de rodillos en moler subproductos (sobre todo fibrosos y abrasivos), el coste podría invertirse, siendo más interesante el molino de martillos.

El molino de rodillos se está imponiendo en Estados Unidos sobre todo en el tratamiento de cereales destinados a la nutrición de rumiantes y donde se produce un tratamiento térmico anterior al proceso de molienda, que un molino de martillos no podría efectuar.

ASPECTOS TECNICOS

Ubicación del molino

Las fábricas de piensos compuestos, según el orden de la secuencia de actividades de su proceso de fabricación, pueden dividirse en:

– Fábrica postmolienda (secuencia de actividades):

Stock M.P. → Dosificación → Molienda → Mezcla → Granulación → Stock P.T.

– Fábrica premolienda (secuencia de actividades):

Stock M.P. → Molienda → Dosificación → Mezcla → Granulación → Stock P.T.

La diferencia entre los dos tipos de fábrica estriba en que en la de postmolienda, las materias primas que componen una mezcla se muelen todas juntas, y en la de premolienda, cada materia prima (M.P.) se muele aisladamente, optimizando en este último caso mejor su proceso (ráfagas de fabricación más largas y del mismo material homogéneo). Por contra hay subproductos que se utilizan actualmente, como son las pipas de girasol, algodón, cilindro de arroz, germen, etc., que molidos individualmente generan problemas de manejo, y que al molerlos con el resto de los compo-

nentes de la mezcla (fábricas postmolienda), dichos problemas serían evitados. En este último caso, es aconsejable un tamizado previo de los finos (productos pulvulentos) para evitar su paso por el molino.

Rendimiento productivo y calidad de los triturados

Material y tamiz

Cada materia prima requiere ser molida mediante el tamiz adecuado en función de la granulometría que se desea obtener (gruesa, media o fina). Para obtener una molienda fina, que es la que se requiere en las harinas que van a ser granuladas (alrededor del 90% del pienso actualmente), podrían establecerse los rendimientos horarios que indicamos en el **cuadro I**.

Al aumentar el diámetro del agujero del tamiz, aumenta el rendimiento horario, sin embargo dejaría de ser una molienda fina para convertirse en molienda media o gruesa. Como puede apreciarse en el **cuadro I**, hay dos grandes grupos de materias primas en función de la energía que se requiere para su molienda:

- Granos y semillas de cereales que necesitan mucha energía para su molienda, recomendándose velocidades elevadas.

- Productos fibrosos, subproductos de cereales y otros productos agrícolas ya triturados como los glútenes, granos y semillas de aceitados, las pulpas, etc., que necesitan poca energía, siendo aconsejable utilizar tamices de gran superficie y molinos de baja velocidad.

Repuestos utilizados

- **Martillos.** Hay que vigilar su desgaste ya que pueden llegar a producir una pérdida de hasta un 30% de rendimiento. Si es posible disponer de un

inversor eléctrico de las fases del motor del molino, se podrá invertir el sentido de giro diariamente, para obtener un desgaste homogéneo del martillo por ambos lados. Un desgaste homogéneo y similar de todos los martillos de un mismo molino, indica que éste trabaja correctamente. Si unos se gastan más que otros, indica una mala alimentación o evacuación, produciendo pérdida de rendimiento y desequilibrios y vibraciones mecánicas en el rotor del molino. El porcentaje de sílice en la materia prima a moler es el factor que influye más negativamente en la vida útil del martillo. A este respecto, la mandioca que contiene alrededor de un 3% de sílice, reduce la vida de un martillo hasta un 50% de su duración normal.

- **Tamiz.** Los tamices deben de ser de alta perforación, con un mínimo de 50% de superficie abierta, para mejorar el rendimiento, y han de ser cambiados cuando el agujero esté desgastado, pudiendo llegar en caso contrario a la pérdida de hasta un 30% de rendimiento horario.

Instalación y características constructivas

- Un molino que trabaja con depresión de aire (aconsejable 1 m³/CV y minuto), en comparación con uno sin aspiración, tiene un rendimiento un 40% superior. Es muy interesante el diseño de las tolvas de evacuación y el cálculo de la pérdida de carga del circuito neumático, siendo aconsejable siempre un estudio previo antes de la instalación de un molino nuevo.

Se está en fase de estudio y experimentación sobre la construcción de molinos sin aspiración, de nuevo diseño, de los que no se disponen datos indicativos.

- El control automático del alimentador del molino mejora en un 30% el rendimiento del mismo, respecto a la alimentación manual.

- La distribución del material a la entrada del molino debe de ser uniforme. Las últimas tendencias en molinos de martillos son hacia molinos verticales, con un gran número de entradas del producto a la circunferencia del rotor, así como las salidas del producto al lado directamente de las entradas.

CUADRO I

Material	Diámetro tamiz (mm)	Rendimiento (kg/CV/h)
Cebada	3	45
Trigo	3	65
Maíz	3	74
Mijo	2,5	80
Girasol	8	110
Alfalfa	8	110

La Seguridad de un Gran Equipo.

La gama de **PIENSOS HENS** para ovino garantiza los mejores resultados productivos, maximizando la rentabilidad de su explotación. **SEGURO!!**



Una división de **CARGILL**

Fábricas:

BARCELONA
08040 BARCELONA
Sector B Calle B. 15-22
Zona Franca
Tel. (93) 335 88 12

MURCIA
30700 TORRE-PACHECO
Ctra. del Gimnasio, s/n
Tel. (968) 57 83 16

LEÓN
24392 VILLADANGOS
DEL PARAMO
Ctra. León-Astorga, Km. 18
Tel. (987) 39 00 75

SEVILLA
41700 DOS HERMANAS
Ctra. Madrid-Cádiz,
Km. 556.100
Tel. (95) 566 12 17

MADRID
28320 PINTO
Ctra. de Andalucía, Km. 18
Pol. Ind. Las Arenas
Tel. (91) 691 04 08

VALENCIA
46460 SILLA
Camino Viejo
de Beniparrell, s/n
Tel. (96) 120 19 54

MALLORCA
07200 FELANITX
Ctra. Felanitx a
Porreres, Km. 1
Tel. (971) 58 19 58

ZARAGOZA
50011 ZARAGOZA
Ctra. de Logroño,
Km. 1.400
Tel. (976) 34 34 04



Sala de molinos del tipo horizontal y con cambio automático de tamices. Se puede apreciar el aislamiento acústico de pared y techo.

- Disponer de un sistema de accionamiento de velocidad variable del rotor principal facilitaría la molienda de cada material, según sus requerimientos.

- La facilidad del cambio de tamices y martillos evitando tiempos improductivos es una característica del diseño muy importante a considerar.

Balance de material

La diferencia entre los kilos que entran al molino y los que llegan realmente al silo de destino del molido, porcentualmente, es lo que se denomina merma del proceso de molienda. Se acepta que para el global de una fábrica de piensos este porcentaje puede ser del 0,7%, y concretamente en la molienda puede llegar del 0,3 al 0,4%. El origen de las mermas en el proceso de molienda es doble:

a) **Pérdida de humedad.** La elevación de la temperatura a la salida de la cámara del molino debe de ser inferior a +5 °C, ocasionando una pérdida leve del porcentaje de humedad que llevan normalmente las materias primas (entre el 8 y el 13%), y por lo tanto de peso. Para evitar sobrecalentamientos hay que vigilar el desgaste de martillos y tamices lo que reducirá rozamientos indeseados y elevación de la temperatura, debido a que por cada 10 °C de aumento, aproximadamente, se pierde un 1% de humedad, y por lo tanto de peso del

material; así como vigilar que la depresión de aire origina una correcta evacuación de dicho material.

b) **Pérdida de productos pulvulentos.** El aire que produce la depresión arrastra un porcentaje de finos pulvulentos del material que se está moliendo, que una vez que pasan por el ciclón de expansión, retornan al circuito de transporte del molido mediante el proceso de decantado y posterior exclusión de evacuación (separación de dos medios de presiones diferentes). Sin embargo el aire que sale por el centro del ciclón hacia el exterior siempre va acompañado de un pequeño porcentaje de pulvulentos, ya que el rendimiento de recuperación de un ciclón es del orden del 80 ó 90%, en función también del tipo de producto. En la actualidad, la tendencia es hacia la sustitución de los ciclones por filtros de mangas, donde el aire deja los finos al pasar por dichas mangas, siendo el rendimiento de recuperación del orden del 99%.

Automatización del proceso

Como todas las operaciones industriales es necesario rebajar al mínimo los costos del proceso, siendo en este caso la automatización un verdadero ejemplo de ello. En la actualidad, los molinos no requieren de mano de obra directa, siendo los operarios que realizan otras

funciones los que los pueden manejar adicionalmente y de forma secundaria. Para ello es preciso contar con:

- Alimentadores de velocidad regulable en función de las variaciones de la intensidad (amperios) del motor principal del molino.
- Cambio de tamices automático a distancia (sin parar ni abrir el molino).
- Inversor del sentido de giro del rotor principal (no cambiar martillos de lado).
- Regulación de velocidad del motor principal para ajustar dicha velocidad a cada tipo de material a moler.
- Elementos de control y regulación (finales de carrera, amperímetros, detectores de material, etc.), que garanticen una perfecta maniobra de todo el proceso.

Seguridad y medio ambiente

Riesgo de explosiones e incendios

Los molinos, junto con los elevadores, son las máquinas de mayor riesgo de explosiones e incendios en una fábrica de piensos. Para que tenga lugar una explosión de polvo deben concurrir simultáneamente las siguientes condiciones:

1. El polvo debe ser combustible: Todos los polvos de material que son explosivos, también son combustibles, y en la fabricación de piensos compuestos prácticamente casi todas materias primas empleadas lo son en mayor o menor medida: Polvos de granos, cereales, legumbres, leche en polvo, forrajes, etc.

2. El polvo debe ser capaz de pasar a la atmósfera en forma de suspensión (trabajo normal).

3. La atmósfera en la que el polvo queda suspendido debe contener suficiente oxígeno para permitir la combustión (mínimo 10%).

4. El polvo debe tener una distribución de tamaños de partículas (granulometría), capaz de propagar la llama (por debajo de las 200 μ todo polvo de material combustible es explosivo).

5. La concentración del polvo suspendido debe estar dentro de los límites de explosividad (mínimo 50 g/m³).

EXAL[®]

Los animales ganan.



Vd. Ahorra

TOLSA, S.A.

Núñez de Balboa, 51, 4.º 28001 MADRID
Teléfono 322 01 00 Telefax 322 01 01



6. Debe de haber una fuente de ignición de suficiente energía (se necesitan entre 10 milijulios y 1 julio para inflamar una nube de polvo), para iniciar la propagación de la llama, como puede ser: arcos eléctricos, filamentos incandescentes de bombillas, chispas procedentes de fricción mecánica, calentamiento espontáneo, soplete de corte y soldadura, puntos de electricidad estática, etc.

Como la temperatura y la energía de ignición necesarias para hacer explosionar polvos son mucho más bajas que las producidas por la mayor parte de las fuentes de ignición comunes, la eliminación de dichas fuentes es por lo

descarga que paren automáticamente el molino y los circuitos de transporte del material, cuando se alcance la temperatura máxima de consigna.

- Vigilar el desgaste de los martillos para evitar calentamientos innecesarios.
- Instalar finales de carrera en las puertas, para que cuando alguien las intente abrir con el molino en funcionamiento, éste se pare.
- Evitar pérdida de alineación del eje principal, vigilando el estado de los rodamientos principales del molino (incluso con detectores de temperatura automáticos).

Asimismo deben diseñarse elementos que garanticen el confinamiento de la explosión en recintos (mediante diseños que soporten o aislen dicha explosión), estudiar las disposiciones constructivas (emplear válvulas rotatorias –esclusas–, depósitos aislados, válvulas aislantes de alta velocidad, transportador de tornillo sinfin, etc.) y que garanticen el alivio de la presión de la explosión (ventosas, cierres con paneles que se desplazan –tajaderas–, deforman o destruyen –paneles antiexplosión–), o bien efectuar un cierre con elementos constructivos.

Polvo que se genera al exterior

En las fábricas próximas a zonas de viviendas o de esparcimiento es muy importante evitar la salida del polvo al exterior. Será necesario instalar cuartos de expansión del aire procedentes de los ciclones, varios de estos en serie, o filtros de mangas que garanticen que el aire que definitivamente salga al exterior cumpla las concentraciones de polvo máximas permitidas en la Ley 38/1972 de 22 de diciembre, el Decreto 833/1975 de 6 de febrero que lo desarrolla, sobre Protección del Ambiente Atmosférico y Limitación de la Contaminación Atmosférica y la Orden de 18 de octubre de 1976 de prevención y corrección de la contaminación atmosférica de origen industrial. En este sentido, las fábricas de pienso se clasifican como una industria potencialmente contaminadora de la atmósfera en el mencionado Decreto. El artículo 41 a través de su anexo 2, la clasifica en grupo A, epígrafe 1.13.6 y

controla los volúmenes de emisión de partículas sólidas a la atmósfera.

Ruido

Los molinos son máquinas que por su alta velocidad de rotación, tanto verticales como horizontales, y debido a su trabajo, que produce la rotura del grano por estallido por percusión, producen gran cantidad de ruido y vibraciones.

El Real Decreto 1316/89 de 27 de octubre, sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo, establece que el empresario deberá evaluar la exposición de los trabajadores al ruido con el objeto de determinar si se superan los límites o niveles fijados en dicha norma, y de aplicar en tal caso las medidas preventivas que procedan. En el artículo 7 se especifica que en los puestos de trabajo en los que el nivel diario equivalente o el nivel de pico superen 90 dBA o 140 dB, respectivamente (condiciones de trabajo más desfavorables según el R.D.), se analizarán los motivos por los que se superen tales límites, y se desarrollará un programa de medidas técnicas destinado a disminuir la generación o propagación del ruido, u organizativas encaminadas a reducir la exposición de los trabajadores al ruido.

Un conjunto de 4 molinos horizontales de 150 CV cada uno y de 3.000 r.p.m., puede llegar a producir entre 95 y 105 dBA, en el punto central de la zona que ocupan dichas máquinas. Pero al ser un proceso que no requiere de un operario permanentemente al lado del molino, las medidas deben de ir encaminadas a evitar la propagación del ruido al exterior de dicha zona, mediante un aislamiento acústico a base de paneles, que pueden contener como aislante acústico fibra de vidrio, lana de roca de alta densidad, etc.

En cuanto al ruido que se emite al exterior de la fábrica, será necesario cumplir las ordenanzas municipales en materia de ruido que estén vigentes en cada localidad, poniendo especial cuidado en eliminar al máximo el ruido procedente del aire de salida de los ciclones de expansión, mediante silenciadores, cuartos de expansión, etc. ■



Parte superior: tamiz de un molino de martillos.
Parte inferior: fila de martillos nuevos y usados.

tanto un principio básico de la prevención de explosiones en los molinos, de la siguiente forma:

- Instalando en la entrada del molino un imán que recoga todas las partículas metálicas que pudieran producir chispa al chocar con los martillos o tamices.
- Prohibir todas las operaciones de corte y soldadura cuando el molino esté en funcionamiento.
- Prohibir introducir, incluso en la tolva de descarga del molino, luces incandescentes de bombillas, etc., siempre que el molino no esté parado.
- Instalar sensores de temperatura en la cámara de molienda y tolva de