IPAR BLAST, S.L.

The Shot Peener's Corner

Nº 41

IPAR-BLAST, S.L. Parque Industrial Itziar-Deba, Parcela 4, Pabellón F2-5 20829 ITZIAR (Gipuzkoa)

The Shot Peener's Corner es una colaboración entre ELECTRONICS INC. e IPAR-BLAST, S.L.
Cada artículo, es una traducción del reportaje más destacado de la revista THE SHOT PEENER.
ELECTRONICS INC. es líder mundial en formación y difusión del shot peening.
IPAR-BLAST, S.L. es subcontratista de tratamientos superficiales de precisión. Entre los cuales se encuentra el shot peening.

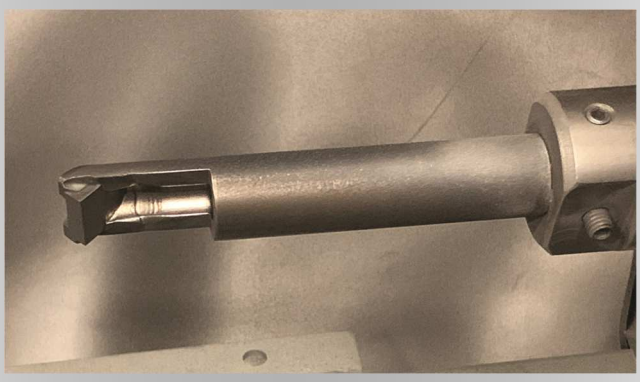
UNA PERSPECTIVA INTERIOR

Kumar Balan | Especialista en Granallado

Conocimiento tribal en la industria del granallado, segunda parte

Espero que los lectores disfrutasen de la Parte 1 en la edición de Otoño de The Shot Peener. Los comentarios de la comunidad global de shot peening fueron bastante alentadores. Puede que fuera la pandemia la que ha dio a la gente más tiempo para leer revistas o un poco de nostalgia que, en parte, el artículo también pretendía despertar. ¡De cualquier manera, fue suficiente incentivo para volver a tocar este tema! En la Parte 1, discutimos sobre la importancia de la velocidad e intentamos caracterizar el número mágico de 240 pies por segundo (73 m/s) que conocíamos en la industria. Mis cuatro colegas jubilados que contribuyeron al contenido del artículo, tenían mucha más información para compartir con la "tribu", pero siendo la velocidad un tema tan profundo, me perdí en la profundidad de esa discusión, lo que hizo necesario una secuela de la Parte 1.

Recientemente, tuve la oportunidad de trabajar en una aplicación para granallar el interior de componentes cilíndricos aeroespaciales. Esto me llevó a enfrentarme con otro aspecto importante al que no pude encontrar un lugar en nuestra discusión anterior. Esto es, que la velocidad de disparo también depende de la naturaleza del dispositivo responsable de generarla. Por ejemplo, a 50 PSI (3,45 BAR), una boquilla de estilo venturi que granalla en un entorno abierto podrá generar la máxima velocidad de la que sea capaz (al igual que una turbina de granallado descargando su abrasivo dentro de un recinto cerrado, es decir, una cabina de granallado). En ambos casos, el disparo es libre. Sin embargo, al granallar dentro de un tubo cilíndrico, la mayoría de las aplicaciones requieren que el chorro de granalla se desvíe hacia las paredes interiores. Esta desviación, que equivale a una punta deflectora en el extremo de una boquilla, resulta en una pérdida de energía en ese punto. En esas circunstancias, son comunes pérdidas de velocidad de hasta un 25% a 30%, y el usuario necesita compensar esta pérdida aumentando la presión del aire (o reduciendo el caudal) para mantener la energía de impacto comparable a la de una boquilla convencional.



Deflector en la salida de una boquilla

Utillajes

Mi colega Ron Barrier en Wheelabrator era prolífico con lo que llamamos "Barrier-ismos". Era conocido por inventar términos que desafiarían a los estudiantes de inglés, y uno de esos términos era "obviosidad". Al entrevistarlo para este artículo, Ron me contó esta historia sobre la colocación, dentro de la granalladora, de una gran bañera para una demo a un cliente, que entró vertical y salió horizontal. Ron comentó: "la ob-

viosidad del hecho no me llamó la atención. Las piezas, rara vez se mantienen en la posición en la que entran en la máquina. Cuando son impactadas por múltiples turbinas, ángulos y, en algunos casos, velocidades de turbina variables, el reposicionamiento de la pieza es obvio (validando su acuñación del término). La pieza salió con sombras y necesitó de una drástica recolocación."

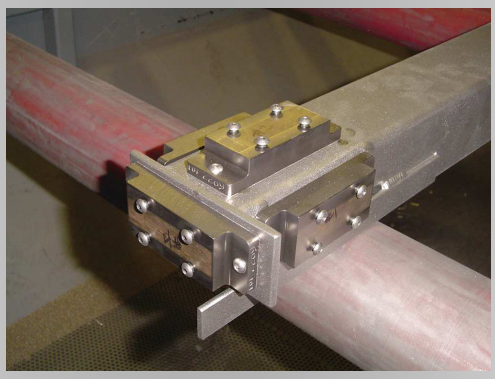
El utillaje es a menudo el paso más ignorado en las operaciones de limpieza, pero afortunadamente se toma muy en serio en el shot peening. Al limpiar, suponiendo que la intención es limpiar toda la pieza, sin problemas de enmascarados o zonas de sobre-cobertura, el operario solo necesita asegurarse de que la pieza permanezca el tiempo suficiente en la máquina para que se limpie a fondo. La manipulación de las piezas, a menudo dicta el tipo de utillaje a utilizar. Los procesos a granel no requieren utillajes individuales, mientras que las piezas (o una sola pieza) en una mesa giratoria casi siempre necesitan utillajes. En otros casos, las piezas se cuelgan de un gancho y se giran al pasar a través de un monorraíl o se colocan en una bandeja de trabajo sin colocaciones elaboradas. Aunque suena fácil, los últimos detalles de los utillajes, generalmente se definen justo antes de procesar un lote de producción real y casi siempre a contrareloj. La razón es que las piezas se comportan de manera diferente durante el granallado y no importa el tiempo y esfuerzo que uno haya invertido en diseñar un utillaje por adelantado, las modificaciones son inevitables. Aunque Ron no escatima en tiempo durante el trabajo de preparación antes de una prueba real, recomienda hacer previsiones de que habrá cambios de última hora.

Los utillajes en aplicaciones de shot peening están mejor definidos. Esto se debe a la naturaleza de la operación y los resultados esperados. El operario se basa en el uso de una MVT (Machine Verification Tool o Herramienta de Verificación de Máquina) o PVT (Part Verification Tool o Herramienta de Verificación de Pieza). La primera considera la posibilidad de que piezas de geometría variada se podrán procesar en la máquina y que la máquina debería ser capaz de producir resultados repetibles sin importar la geometría de la pieza.

Ejemplo de MVT

Una PVT, por otro lado, es específica para una pieza y simula la pieza real. Fijar esto en la máquina ofrece información sobre cómo podría ser el utillaje de la pieza real. La PVT tiene en cuenta las áreas que necesitan verificación de intensidad y considera aspectos como el overspray (granallado fuera de la zona indicada) y enmascaramiento.

IPAR-BLAST, S.L. Parque Industrial Itziar-Deba, Parcela 4, Pabellón F2-5 20829 ITZIAR (Gipuzkoa)



Ejemplo de PVT

Ron añade algunos consejos comunes a seguir durante el diseño de utillajes: (a) evitar múltiples piezas móviles y diseñar utillajes de una sola pieza, (b) asegurarse de que el desgaste del utillaje no permitirá el desajuste de la ubicación de las piezas sin una advertencia adecuada (desgaste rutinario) y, finalmente, para reiterar, (c) planificar el impacto de múltiples turbinas o boquillas en el posicionamiento de la pieza.

Hay casos en los que el enmascarado de las piezas también sirve como utillaje. Un ejemplo de esta situación afortunada es cuando se granallan por separado la raíz y el foil de las palas de turbina. El requerimiento de rangos de intensidad diferentes en las dos áreas críticas de la pala, requieren enmascarar una cuando se granalla la otra. En este caso, los enmascarados cumplen una doble función cuando se fijan en la pieza en una mesa giratoria.

Como nota curiosa, la ubicación de las turbinas tiene otros efectos además del de mover las piezas durante el granallado. Esto se puede cuantificar mejor en máquinas de shot peening donde medimos indirectamente la energía transmitida a través de la curvatura de las placas Almen. "Todas las turbinas superiores generan alturas de arco más bajas y la mayoría de ellas son afectadas por la 'lluvia' de las ruedas inferiores", explica Ron Barrier. A menudo hemos escuchado que el ángulo de granallado óptimo es cuando el chorro impacta la pieza a unos 70 a 80 grados. Esto elimina la probabilidad de pérdida de energía debido a la interferencia del chorro opuesto (o rebote) al granallar a 90 grados. Esta situación se resuelve bastante fácilmente en una máquina de granallado por aire automatizada simplemente alterando el ángulo de impacto, pero no tanto en una máquina de turbina donde estas están montadas en posiciones fijas. La solución de Ron para esta situación es configurar velocidades de turbina más altas (usando inversores) en las turbinas altas, y escalonar la ascendente de las turbinas bajas si eso es una posibilidad. Tales situaciones, aunque no comunes, se notan a menudo en máquinas de turbina de paso continuo que granallan estructuras complejas de aviones que requieren que las turbinas se ubiquen en ángulos compuestos y, a veces, en orientación ascendente.

Características de la máquina de tapiz.

Cambiando un poco de temática desde los utillajes, el enmascaramiento y la posición de las turbinas, discutamos algunas características comunes a ciertas máquinas de interés. Durante los primeros días del shot peening (y hasta la fecha) en la industria de la automoción, las granalladoras de tapiz se empleaban en gran medida para granallar muelles de válvula en pequeños lotes. Tales granalladoras van desde 3 CFT (Cubic FeeT – 85 litros) hasta 14 CFT (Cubic FeeT – 400 litros) en capacidad volumétrica. Las granalladoras de tapiz también se ven en fundiciones, donde "la regla general es cargarlas hasta 180 lb (Libras – 82 kg) por CFT de capacidad volumétrica", explicó Bill Raby, un colega jubilado que trabajó durante muchos años en aplicaciones de fundición. "El cálculo de capacidad es una regla general, la geometría de la

pieza dictará la capacidad de carga real en un tapiz. Cuando las piezas presentan la amenaza de anidarse entre sí, o 'unirse' debido a la tensión superficial, necesitará introducir piezas ficticias junto con la carga de la pieza real para romper este vínculo y permitir que las piezas planas logren una exposición adecuada durante la limpieza. Un ejemplo sería mezclar piezas cilíndricas en lugar de procesar todas las piezas planas", añadió Bill Raby. Cargar un tapiz, aunque aparentemente sencillo, puede complicarse rápidamente dependiendo del tipo de pieza. Recuerdo una ocasión donde el cliente estaba limpiando cadenas de ancla de servicio pesado en un tapiz. Debido a la rigidez de los eslabones, la cadena comenzó a "escalar" dentro del tapiz hasta el punto en que comenzó a interferir físicamente con la turbina y a dañar la unidad.

Las máquinas de tapiz, son uno de los tipos de máquinas más antiguos utilizados en aplicaciones de limpieza por granallado y shot peening. Como tal, todo el mundo tiene una historia o un consejo sobre máquinas de tapiz. El punto culminante de mi experiencia con estas fue ver una máquina de tapiz con una capacidad de 100 CFT(Cubic FeeT – 2800 litros) en una fundición brasileña, ¡el más grande que he visto en mis más de 30 años en la industria! Más tarde, aprendí que Wheelabrator solía demostrar el volumen (tamaño) de esta máquina poniendo un VW Beetle dentro del tapiz. Jay Benito (jubilado de Wheelabrator y Pangborn) tenía su propio conjunto de consejos para compartir sobre este tipo de máquinas. "Las máquinas de tapiz sufren cuando se cargan a menos de 2/3 de su capacidad. A volúmenes más bajos, las piezas tienden a moverse hacia la izquierda del tapiz, exponiendo la derecha al chorro de la turbina. Dependiendo de la dirección de rotación de la turbina, esto podría cambiar al lado opuesto, pero no obstante resulta en una limpieza inadecuada y un desgaste indebido de los componentes de la máquina (listones y revestimientos de extremo). Las máquinas de tapiz son más eficientes cuando se cargan a su capacidad total", explica Jay. Sobre el tema de la anidación de piezas y la disminución de la exposición, Jay recomienda soldar o atornillar una "barra de tumbling" (como se muestra en la imagen de arriba) a intervalos definidos a lo largo del ancho del tapiz.

Barra de tumbling

En el mundo del shot peening, a menudo he recomendado que los usuarios, en lugar de simplemente introducir un bloque para placas Almen con una placa, dentro del tapiz para verificar la altura del arco, usen una barra plana o ángulo con bloques para placas Almen en al menos dos ubicaciones y luego verifiquen los resultados. No se ha escrito mucho sobre turbinas en el mundo del shot peening, especialmente en la industria aeroespacial. Me gustaría aprovechar esta laguna y transferir los sabios consejos ofrecidos por mis colegas jubilados. "Las turbinas con ocho y doce palas son las más comunes que prevalecieron en el mercado", dice Ron Barrier. Habiendo trabajado para una gran empresa, Wheelabrator, los comentarios de Ron siempre han sido sobre este tipo de turbinas. Aunque las turbinas se han diseñado con menos (cuatro y seis palas), las turbinas de ocho palas se encontraron ofreciendo el mejor compromiso entre velocidades de limpieza y un patrón de granallado eficiente. Jay Benito añade: "Las turbinas de ocho palas ofrecían un

punto caliente (patrón de granallado) distintivo que se reducía en el diseño de doce ruedas. La característica de venta de la turbina de 12 palas era que el abrasivo se distribuía sobre 12 palas, reduciendo efectivamente el desgaste en cada pala. No había mucha evidencia concluyente de que este factor realmente jugara un papel en la eficiencia de la limpieza, lo que resultó en que esta turbina no ganara mucha popularidad."

Comparemos esto con el mundo del granallado por aire donde se puede hacer una analogía similar entre boquillas de presión directa y boquillas de estilo venturi. La última se prefiere para la mayoría de las aplicaciones hoy en día debido a su patrón de granallado (punto caliente) uniforme. En términos de patrón de granallado, un patrón ideal es de aproximadamente 1.25" (31mm) a 1.5" (38mm) de diámetro con una boquilla de granallado a presión y significativamente más pequeño con una pistola de estilo de succión. Por esta razón, un buen diseñador aplicará un patrón de "convergencia" donde dos o más boquillas, cuando se usan en una máquina de granallado por aire automática, estén ubicadas de manera que converjan para formar un patrón que consiste en óvalos superpuestos entre sí.

Desplazamiento de los patrones de granallado en las turbinas

Es de conocimiento común que el desgaste de la turbina y la boquilla causará un desplazamiento en el patrón de granallado. Este desplazamiento, a menos que se corrija (compense), llevará a que áreas de la cabina, en lugar de las piezas, reciban el impacto desperdiciado del pattern (patrón de granallado) y una disminución en la cobertura de la pieza que se está granallando. Entonces, ¿cómo se verifica el patrón?

Ron Barrier explicó esta técnica utilizada en su laboratorio para demos: Justo después de que la turbina ha sido equipada con nuevas piezas de desgaste (distribuidor, girante y conjunto de palas), realice una prueba de granallado con una lámina de metal de 2mm. En una máquina de varias turbinas, realice esta prueba para cada turbina por separado. Al granallar esta lámina de metal delgada, asegúrese de que el granallado se realice durante un corto período de unos 15 segundos. Marque el punto caliente en esta plantilla. Ahora tiene una plantilla para comparar después de que la turbina haya trabajado durante unas horas y haya experimentado desgaste. Repita esta prueba periódicamente durante la vida útil de la turbina. Compare el patrón con la plantilla original. El desplazamiento del patrón de granallado no significa que las piezas de desgaste deban ser reemplazadas. Podría ser necesario un simple reajuste del distribuidor para devolver el patrón lo más cerca posible del original. Si desplazar el distribuidor aún no devuelve el patrón a su ubicación original, puede que sea hora de cambiar las principales piezas de desgaste de la turbina, como las palas, el girante y el propio distribuidor.

Aunque sea tentador, siempre cambie el conjunto completo de palas y no solo las que están desgastadas. Las palas están equilibradas dinámicamente como un conjunto y cambiar solo una o dos palas resultará en un desequilibrio en la turbina, especialmente cuando gira a velocidades considerablemente altas. De manera similar, cambiar el tamaño de la granalla también resultará en un desplazamiento del patrón. Cambiar de un tamaño de la granalla a otro resultará en un desplazamiento lineal en el patrón. Realice su plantilla después del cambio de tamaño para que el distribuidor pueda reajustarse en consecuencia. De manera similar, el abrasivo sale de la turbina a alrededor de 140˚ a 160˚ desde la apertura del distribuidor. Esto también deberá ser monitoreado al ajustar su patrón de granallado.

Para continuar...

Salieron otros temas cuando discutí este artículo con mis colegas. Tales como el almacenamiento de la granalla, configuraciones del separador por cortina de aire, uso de tamiz rotatorio, etc. Esto hace que valga la pena continuar nuestra discusión en la Parte 3 de este tema. Expresé optimismo de que tal información,

aunque ausente en los libros de texto, todavía está disponible con estas bibliotecas humanas. Mi objetivo es sacarlos a la luz para ustedes, los usuarios habituales de este proceso, con la esperanza de que añadan valor a sus operaciones de granallado y limpieza. Espero escribir para ustedes nuevamente en unas semanas.

IPAR-BLAST, S.L.
Parque Industrial Itziar-Deba
Parcela 4 - Pabellón F2-5
20829 ITZIAR (Guipúzcoa)
TEL. 943 820 516
FAX. 943 820 619
shot-peening@ipar-blast.com

ELECTRONICS INC.
56790 Magnetic Drive
46545 MISHAWAKA (Indiana)
EE.UU.
TEL: 574-256-5001 / 800-832-5653
FAX: 574-256-5222
www.electronics-inc.com