IPAR BLAST, S.L.

The Shot Peener's Corner

Nº 46

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.

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

LA LÓGICA DETRÁS DE LA SELECCIÓN DE GRANALLA DE ALTA DUREZA

Kumar Balan | Especialista en Granallado

INTRODUCCIÓN

El gran Leonardo da Vinci, en la actualidad, probablemente sería considerado alguien con un futuro incierto debido a la enorme diversidad de sus intereses. Fue pintor, dibujante, ingeniero, científico, teórico, escultor y arquitecto (y tú que pensabas que tu vida era complicada porque tienes que volver a trazar una curva de saturación debido a la contaminación de la granalla). Sin embargo, una de sus frases dice:

"La naturaleza es la fuente de todo conocimiento verdadero. Tiene su propia lógica, sus propias leyes; no existe efecto sin causa ni invención sin necesidad."

Incapaz de producir pensamientos tan profundos, voy a "apropiarme" humildemente de su reflexión y adaptarla a un artículo relevante para nuestras discusiones.

Hace poco intentaba analizar las decisiones de un cliente que buscaba optimizar su proceso de limpieza por granallado. Este cliente decidió cambiar el tamaño de la granalla de S-230 a S-330 con el fin de mejorar la calidad de limpieza, reducir la necesidad de regranallado y obtener otros beneficios relacionados que impactarían positivamente en su productividad. Esta decisión trajo algunas mejoras en el proceso, pero también tuvo un coste: la granalla de mayor tamaño dejó sin limpiar geometrías estrechas de sus estructuras metálicas.

Atribuí este problema a que, debido a su mayor tamaño relativo, la S-330 contiene menos partículas por kg que la S-230, y a que la reducción del porcentaje de partículas pequeñas en la mezcla operativa disminuyó la capacidad de "abrasión fina" que antes proporcionaban los tamaños menores. Aquí la relación causa-efecto era clara.

Otro ejemplo proviene de un cliente que realiza shot peening para la industria del petróleo y gas. Como estaban tratando una pieza experimental para demostrar los beneficios del proceso, tenían libertad total para elegir el tamaño de la granalla sin limitaciones de plano ni especificación. Estaban satisfechos con la intensidad y cobertura logradas con la S-460 hasta que su equipo de diseño solicitó una intensidad ligeramente mayor. Analizaron la situación y, para mantener el mismo tiempo de ciclo y el mismo ritmo de cobertura, mantuvieron el tamaño de la granalla pero cambiaron a una dureza mayor, alcanzando así la intensidad requerida sin modificar el proceso. ¡Una relación causa-efecto positiva!

En los talleres de formación sobre shot peening explico que cambiar a un grado de dureza superior suele aumentar la intensidad en aproximadamente 0,0015" a 0,002". Además, según informes "no científicos", este incremento es mayor para tamaños grandes como la S-460 o superiores. Era hora de poner estas hipótesis a prueba, y recientemente lo hice en el laboratorio de ensayos de Ervin, en Tecumseh (Michigan).

EL PROCESO DE ENSAYO

Las aplicaciones más comunes emplean tamaños de granalla de acero fundido como las S-110, S-170 y S-230. Para abarcar aplicaciones de alta intensidad, como ferroviarias o de petróleo y gas, incluí también la S-550.

La granalla grado AMS se fabrica en dos rangos de dureza:

- ASR: 45–52 HRC
- ASH: 55–62 HRC

La granalla grado SAE (vehículos terrestres) se fabrica en cuatro rangos:

- S: 40–51 HRC
- M: 47–56 HRC
- L: 54–61 HRC
- H: ≥60 HRC

Para mis ensayos utilicé los grados S, M y H en todos los tamaños seleccionados.

También realicé pruebas con ASR170 y ASH170. La granalla AMS (también llamada "MILSPEC") está cribada con tolerancias más estrictas y acondicionada para eliminar partículas deformes.

Como el ensayo incluía 11 cambios de granalla, utilicé una cabina de presión con recuperación por vacío. Una máquina de turbina habría generado contaminación cruzada entre tamaños, produciendo la típica curva de saturación de doble intensidad (primero la intensidad del tamaño pequeño y luego la del grande).

Puesto que la mayoría de los procesos aeronáuticos utilizan aire comprimido, generé curvas de saturación a 2,75 bar como referencia. Después generé otra serie a 4,8 bar, donde estudios previos muestran velocidades de 76–82 m/s, típicas del shot peening por turbina.

Pros del ensayo

1. Permite un ángulo de impacto de 80–85° sobre la placa Almen.
2. El entorno controlado minimiza la contaminación cruzada.
3. La cabina pequeña limita la variabilidad de la distancia de trabajo.
4. Cambios de granalla muy rápidos.

Contras del ensayo

1. Difícil mantener la boquilla estable a alta presión con granalla grande.
2. Aunque 4,8 bar simulan la velocidad de una turbina, otros factores como el estado del rodete, impulsor y palas afectan al resultado y no pueden reproducirse con esta configuración.

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

Otros parámetros constantes de mi ensayo fueron:

- Distancia de trabajo: 10-15 cm
- Caudal: 2,7 kg/min
- Boquilla: ¼" para tamaños pequeños; 3/8" para S-550

Mi objetivo, como ya he indicado previamente, era analizar el efecto, en la intensidad, del cambio en la dureza de la granalla de manera que pudiese guiar a mis usuarios en sus elecciones de granalla. A pesar de algunas de las limitaciones mencionadas, espero que este experimento de los resultados deseados.



Foto 1. Set-up para el chorreado manual

RESULTADOS

La tabla 1 muestra los diámetros nominales de los distintos tamaños de granalla y sus volúmenes. El incremento volumétrico entre tamaños explica en parte los resultados del Gráfico 1.

	Nominal Diameter	Volumen	Incremento	Rango	Partículas/lb
	Inches	Cubic Inches			
S-110	0.011	0.0000007			2,100,000
S-170	0.017	0.0000026	269%	S-110 a S-170	745,000
S-230	0.023	0.0000064	148%	S-170 a S-230	324,000
S-550	0.055	0.0000871	1267%	S-230 to S-550	240,0000

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

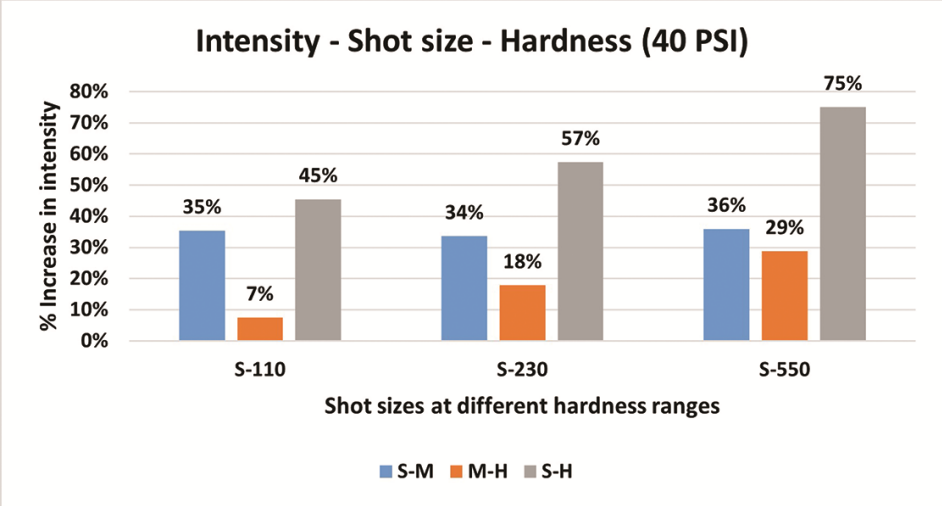


Gráfico 1 Caracterización de 3 tamaños habituales de granalla de diferentes durezas

Tabla 2:Incremento en intensidad (en %) entre diferentes rangos de dureza a 4,8 bar

4,8 bar			
	S-M	**M-H**	**S-H**
S-110	31%	3%	35%
S-230	39%	10%	53%

Tabla 3: Rendimiento del la calidad de granalla de grado AMS

	2,75 bar	**4,8 bar**
ASR-ASH170	31%	34%

Conclusiones principales

1. El aumento de intensidad entre dureza estándar y M (40–51 a 47–56 HRC) fue del 30–40 %.
2. El incremento entre M y H (47–56 a ≥60 HRC) fue más acusado cuanto mayor era el tamaño de la granalla. Tal y como era esperable, el incremento en intensidad de la granalla estándar a la de alta dureza es significativo. ¿Es esto suficiente parajustificar el cambio? Hay que tener también en cuenta que la granalla de alta dureza es más frágil y propensa a fracturas que la de baja dureza. En aplicaciones de shot peening es importante mantener el descarte de partículas angulares durante el proceso.
3. El aumento de masa (densidad × volumen) contribuye al incremento de intensidad.
4. El gráfico 1 muestra los resultados a 2,75 bar. Los resultados a 4,8 bar fueron comparables. Así como los resultados con granalla del tipo AMS.

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

5. Se espera un comportamiento similar con granalla de alambre cortado (conditioned cut wire).

DESAFÍOS Y ANOMALÍAS

- En granallado manual se alcanza cobertura muy rápido, pudiendo saturar antes del primer punto de medición.
- 3 de 19 curvas fueron tipo 2; esto exige revisar puntos erróneos.
- Un error en una válvula de caudal, duplicó accidentalmente el caudal con ASR170, pero la intensidad apenas varió: un resultado inesperado. Cuestión a analizar en futuros tests.

UTILIDAD DE LOS DATOS

1. Validan que puede aumentarse la intensidad usando granalla de mayor dureza.
2. Este aumento no sacrifica cobertura, cosa que sí ocurriría aumentando el tamaño de partícula.
3. La tendencia se mantiene a distintas presiones.
4. La granalla SAE ofrece cuatro durezas, permitiendo una optimización más fina.
5. Los mismos principios aplican a procesos de limpieza, donde incrustaciones tenaces requieren granallas más duras.

PASOS FUTUROS

Completar la matriz incluyendo tamaños no ensayados.
Añadir granallas no metálicas (vidrio, cerámica, óxido de aluminio).
Analizar la degradación de la granalla y su impacto en intensidades.
Repetir ensayos con equipos de succión para granallas no metálicas.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al equipo de Ervin: Cory Smith, Mark Hash, Michael Konecny y Sarah Robertson por su ayuda en este ensayo.

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

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
www.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