

The Shot Peener's Corner



Nº 24

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.

La variabilidad de la cobertura

por el Dr. David Kirk de la Universidad de Coventry (Texto traducido por Eduardo Vázquez—IPAR-BLAST, S.L.)

INTRODUCCION

La cobertura, es uno de los parámetros más importantes en el shot peening. Según la J2277, se define como "el porcentaje, de la superficie a tratar, que ha sido impactado al menos una vez por la granalla". En cualquier caso, es imposible evitar la variabilidad de la cobertura. Los valores de cobertura medida varían porque no podemos aplicar el shot peening de una manera uniforme y porque las propias técnicas de medición de la cobertura son una variable. La cuestión es tan importante que merece diferentes enfoques. En un artículo anterior, se hizo una aproximación matemática de la cobertura. En esta ocasión, lo haremos de una manera más descriptiva. Evitando las matemáticas.

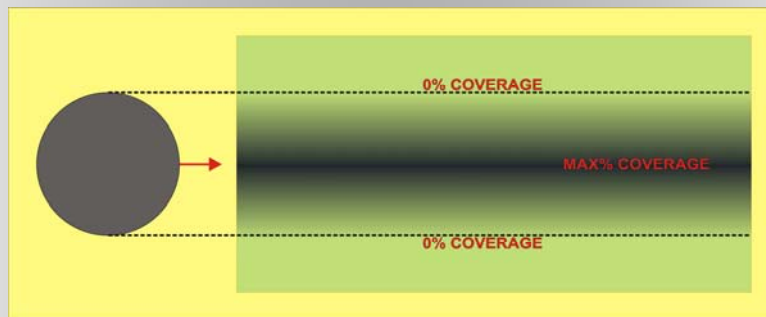


Fig.1. Variación extrema de la cobertura inducida por una pasada simple sobre una probeta plana.

La Fig.1 es una representación esquemática del shot peening más simple. Asume, que un haz cónico de granalla se mueve firmemente y de manera lineal a través de una probeta plana (pintada de verde). A medida que pasa por la probeta, el haz crea indentaciones (pintadas de gris). El resultado, una huella o patrón de indentaciones con máxima cobertura en el centro y cobertura cero en los laterales de la probeta. Esto, representa el tipo más extremo de variación de cobertura. El nivel máximo de cobertura de la línea central dependerá de varios factores, entre ellos: caudal de granalla, velocidad de disparo, velocidad transversal y dureza de la pieza.

Este artículo se concentrará en la explicación de las razones de la inevitable variabilidad de la cobertura y en la sugerencia de métodos para minimizar su efecto. Se incluye una sección que comprara los problemas asociados con la pintura en spray y la cobertura en shot peening.

GENERACION DE COBERTURA EN SUPERFICIE PLANA CON UNA UNICA PASADA LINEAL

La variación transversal de la cobertura indicada en la Fig.1 es de una importancia considerable en las operaciones de shot peening. La siguiente evaluación, comienza haciendo una analogía. Imagine una escuadra de 5 soldados marchando sobre tres bandas de terreno blando, A, B y C. La columna de tres soldados que marcha por la banda central B, dejará, obviamente, marcas de tres juegos de huellas y las bandas A y C tendrán marcado un único juego de huellas. La cobertura de juegos de huellas, será tres veces mayor en la banda central.

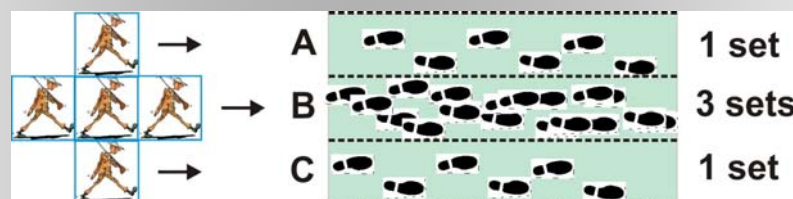


Fig.2. Escuadra de cinco soldados dejando las huellas de sus botas en tierra.

La escuadra de cinco soldados no es la mejor representación de un área circular de shot peening. La Fig.3, extiende la analogía utilizando 346 soldados en 20 columnas. Esta formación es más aproximada a la del círculo pero hace que la visualización de la cobertura de huellas sea más difícil. La variación de la cobertura implícita (de la parte superior a la inferior de la Fig.3) no es demasiado precisa. Las columnas superior e inferior tendrán 6 juegos de huellas mientras que las 6 columnas centrales tendrán 20 juegos de huellas.

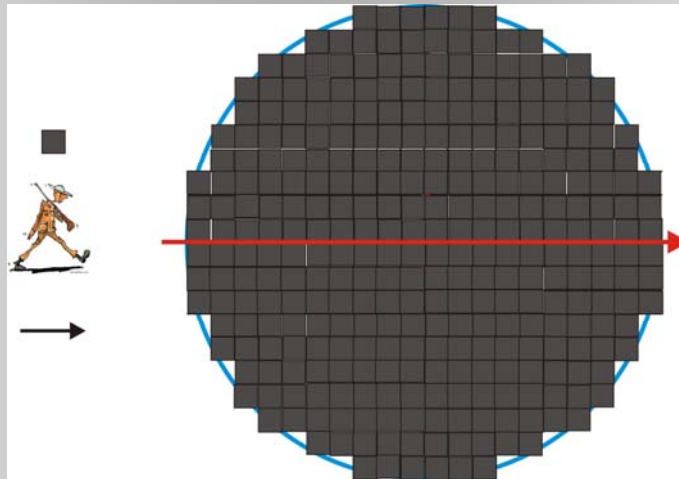


Fig.3. Representación de la cobertura dejada por 346 soldados.

Un haz real de granalla, genera un vasto número de indentaciones a medida que pasa sobre una pieza. Considérese primero, un área circular en la que las indentaciones se generan de manera uniforme. La fig.4 representa la variación de la tasa de cobertura a medida que dicho área pasa sobre una superficie plana. Este tipo de variación tiene forma de semicírculo.

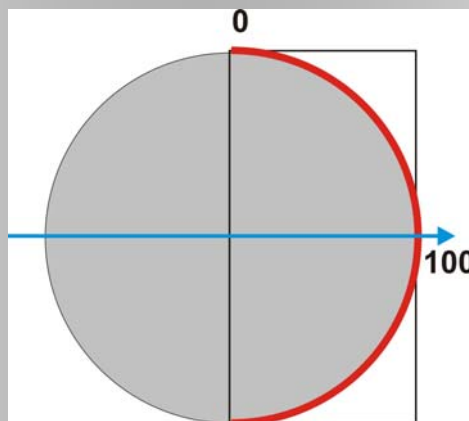


Fig.4. Variación de la cobertura para un haz de granalla uniforme.

En cualquier caso, lo habitual es que el caudal de granalla no sea uniforme. Suele ser mayor en el centro del haz que en la periferia de este. Esto, resulta en una mayor variabilidad respecto a la de un haz uniforme.

La Fig.5 muestra la variación de cobertura de un haz no uniforme. El tipo de variación, reflejada en rojo, se asemeja más a una parábola que a un semicírculo.

Las Fig.4 y 5 representan modelos de situaciones donde los bordes de los haces están perfectamente defi-

nidos. Los haces reales, no tienen sus bordes perfectamente definidos. se difuminan.

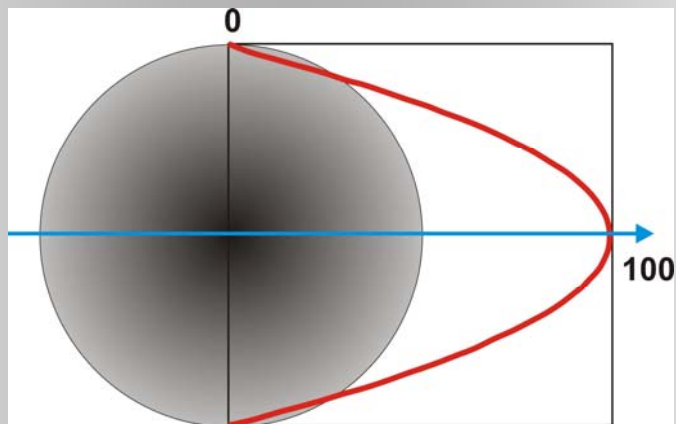


Fig.5. Variación de la cobertura para un haz de granalla no uniforme.

La variabilidad de la cobertura empeora si el haz de granalla tiene cierto ángulo con respecto a la superficie impactada. La Fig.6 representa este efecto de forma esquemática. Cuando el haz se inclina, el área del haz se convierte en elíptica. La tasa de cobertura será mucho mayor en A que en B. Una analogía fácil de hacer es iluminar una superficie con una linterna con cierto ángulo y observar la variación de brillo.

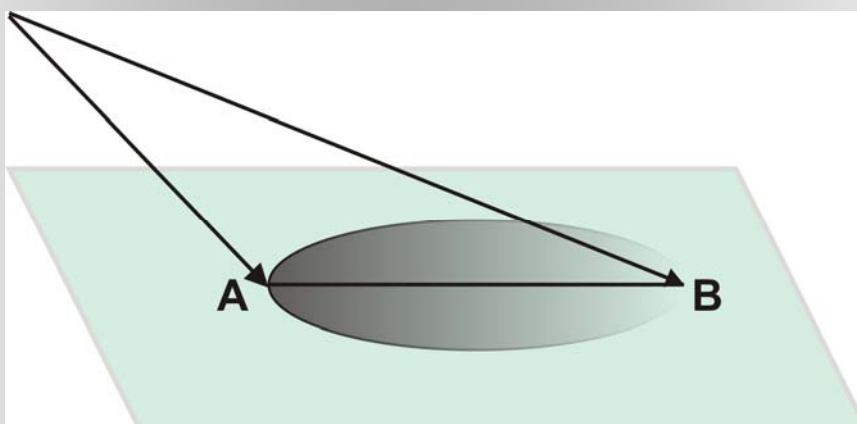


Fig.6. Efecto en la cobertura de una proyección con ángulo.

GENERACION DE COBERTURA EN SUPERFICIE PLANA CON VARIAS PASADAS

La Fig.7 es una representación de la variación de la cobertura provocada por la superposición de varias pasadas lineales. Este "efecto veta" solo puede observarse directamente a ojo en aquellos componentes en los que se ha aplicado una cobertura de shot peening muy baja. Es porque normalmente no somos capaces de distinguir entre una cobertura alta y una cobertura muy alta. Una alternativa bastante común para ver variaciones de cobertura es utilizar un marcador fluorescente.

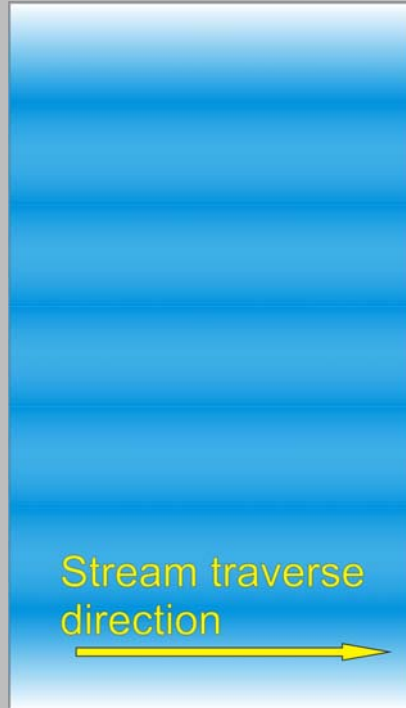


Fig.7. Efecto "tiras" de cobertura provocado por pasadas lineales superpuestas

En un artículo de 2009, se describió el análisis cuantitativo de la variación de la cobertura debido a la superposición de varias pasadas. Las Figs.8 y 9 son esquemas de superposiciones de haces del 0% y del 50%.

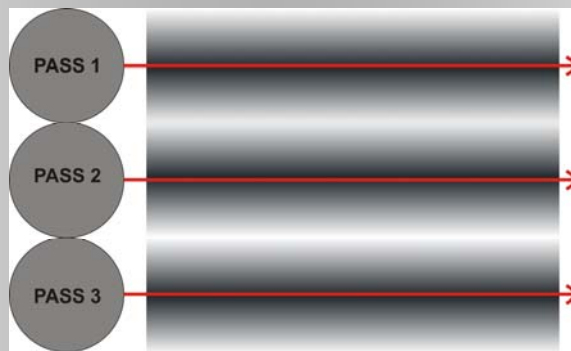


Fig.8. Cobertura para superposición cero de las pasadas lineales.

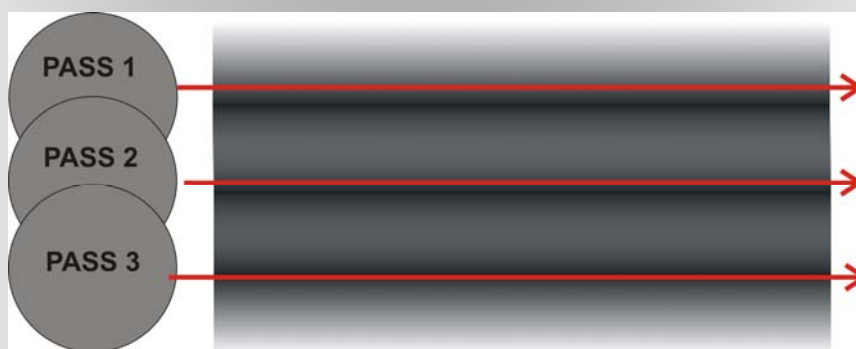


Fig.9. Cobertura para superposición 50% de las pasadas lineales.

VARIABILIDAD DE LA COBERTURA ILUSTRADA MEDIANTE LA COMPARACION CON LA PINTURA EN SPRAY

Se puede establecer un paralelismo interesante entre la variación de la cobertura en la pintura por spray y el shot peening. La pintura en spray, es una industria multimillonaria rodeada de infinidad de trabajos de investigación y desarrollo, especialmente en la industria de la automoción. Con bajas tasas de cobertura, la variabilidad es obvia. Las técnicas de optimización más actuales, se basan en el uso de ERBA

(Electrostatic Rotating Bell Atomization). La pintura entra en una campana que es girada a miles de rpm para atomizar la pintura que son ionizadas antes de ser atraídas por el componente por diferencias de tensión de miles de voltios. El principal objetivo de la pintura con spray, es alcanzar la cobertura con un rango de espesor requerido. Una técnica mucho más simple es la de pintura con aerosol.

La experimentación con pintura con aerosol, nos da pautas útiles para resaltar las variaciones de cobertura en shot peening. Se pintaron hojas A4 de 80gr con una lata de imprimación a una distancia de 300mm.

La Fig.10 muestra una gran similitud con la no uniformidad de la cobertura del haz de granalla mostrado en la Fig.5.

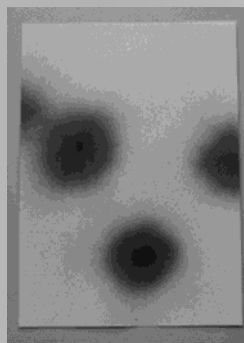


Fig.10. Patterns estáticos que muestran variación de la cobertura.

La Fig.11 muestran el intento del autor de simular las situaciones mostradas en las Fig.8 y 9. Se trataba de utilizar pasadas horizontales. El efecto observado, simula una situación intermedia entre las de las Fig.8 y 9.

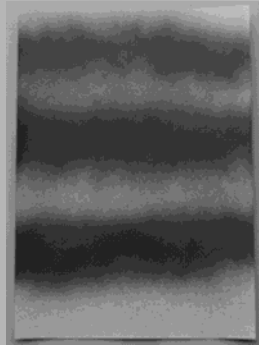


Fig. 11. Patterns de pintura que muestran variación de la cobertura a tiras.

La fig.12 emula el efecto de shot peening con ángulo respecto a la superficie de la pieza. La cobertura y la forma y su variación, son similares a las previstas en la Fig.6.

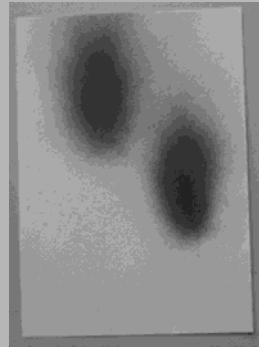


Fig. 12. Patterns de spray con ángulo.

Finalmente, la Fig.13 ilustra el intento del autor de alcanzar una cobertura uniforme moviendo onduladamente el spray sobre la superficie. La uniformidad no se alcanzó!

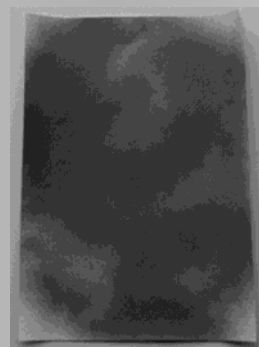


Fig. 13. Pintura en spray aleatoria.

"DETECTABILIDAD" Y EFECTOS DE LA VARIABILIDAD DE LA COBERTURA

Es reconocido el hecho de que un 98% de cobertura es el máximo grado de cobertura que puede ser medido con cierto grado de precisión. Por lo tanto, la variabilidad de la cobertura por debajo de un 98%, puede ser detectada, pero no para porcentajes mayores. Incluso se sugiere que un 98% debería de ser considerado como cobertura completa.

Es de suma importancia detectar el mínimo grado de cobertura en un componente que presenta una varia-

ción de cobertura. Asúmase, por ejemplo, que la cobertura con una sola pasada va ía según el gráfico de la Fig.14. El problema, es saber cuántas pasadas más serán necesarias para garantizar el requerimiento de cobertura del cliente. Para el ejemplo dado, la cobertura mínima observada es del 60%.

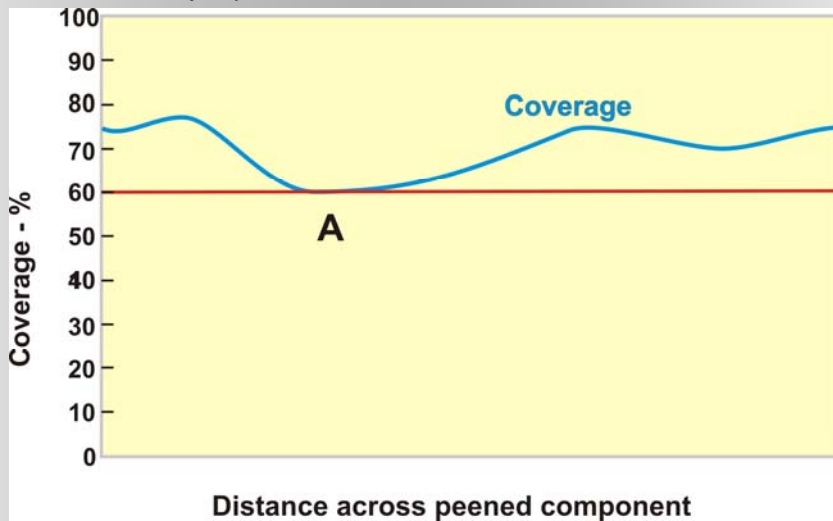


Fig.14. Representación de una posible variación de la cobertura en un componente shot peenizado.

No es práctico ni necesario realizar varias mediciones cuantitativas para replicar la curva completa de la fig.14. En la práctica, los operarios exploran la superficie usando una ampliación óptica simple. Los operarios experimentados pueden detectar las áreas de baja cobertura como A, rápidamente. Una sola medida en A o cerca de esta, será suficiente para determinar el número de pasadas necesario. Un operario experimentado, dirá "cuatro o cinco pasadas nos darán una cobertura completa (98%) si una pasada nos ha dado un 60% de cobertura". La base de este razonamiento está ilustrada en la Fig.15. La variación de la cobertura con las pasadas es bien conocida, y tiene la forma exponencial que muestran las curvas. En la Fig.15 se han dibujado varias curvas cobertura/pasadas.

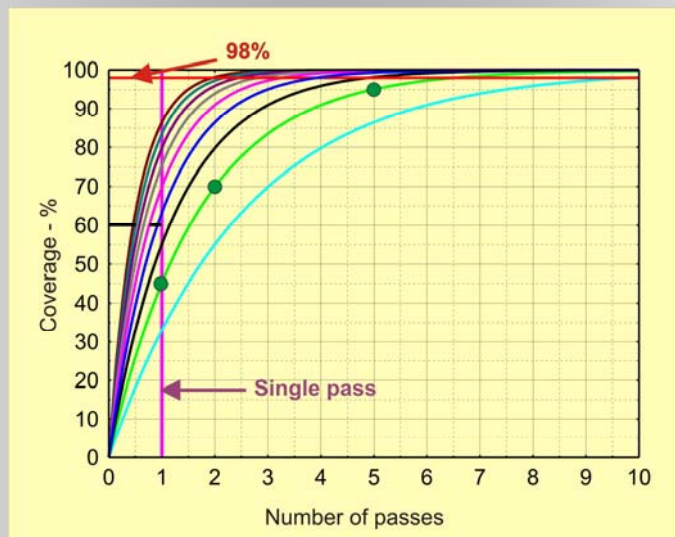


Fig.15. Curvas de predicción para estimar el número de pasadas necesarias para alcanzar el nivel de cobertura requerido.

El uso de las curvas de predicción se puede entender con el siguiente ejemplo: en la curva verde de la Fig.15 se han representado 3 puntos. El primer punto se corresponde con una cobertura del 45% en una pasada. El segundo punto corresponde a una cobertura del 70% supuesto con una segunda pasada. El tercer punto corresponde a una cobertura del 95% si se aplican 3 pasadas más. Para el ejemplo del 60% generado con una pasada la predicción no es tan fácil porque no da la coincidencia de corresponder a un punto exacto de una curva. En ese caso sería recomendable interpolar entre las curvas más cercanas. Las curvas de predicción son el equivalente gráfico de los programas de predicción matemáticos. Uno de ellos se describió en un artículo del verano de 2012, donde introduciendo el valor de cobertura medido para una pasada, nos indicaba el número de pasadas necesario para la cobertura completa. Se puede conseguir una copia de dicho programa en Electronic's Incorporated en www.shotpeener.com.

MINIMIZACION DE LA VARIABILIDAD DE LA COBERTURA

La variabilidad de la cobertura puede, por supuesto, hacerse indetectable. Esto se da, por ejemplo, cuando se especifica un 300% de cobertura. Esto, requerirá que se shot peenice durante 3 veces el tiempo necesario para alcanzar el 100% de cobertura. Con semejante cantidad de shot peening, será imposible detectar variación en la cobertura.

La "cobertura uniforme" de menos del 98% se puede definir como aquella que no muestra variación apreciable. Los shot peenizadores más experimentados tienen mucha más experiencia y conocimientos que el autor, como para saber cómo alcanzar dicha uniformidad en piezas de geometrías complejas. En cualquier caso, los principios básicos son aquellos aplicables a la pintura en spray.

Una técnica novedosa que podría aportar uniformidad, sería utilizar el "dithering". "Dither" proviene del verbo inglés del medievo "didderen" que significa temblar. Se podría incorporar un motor vibrador a una boquilla de forma que generase un tembleque bidimensional. Experimentos realizados con pintura en spray y la vibración o tembleque manual, dieron como resultado una cobertura mucho más uniforme que haciéndolo con la mano firme.

Otra sugerencia, para ser utilizada en grandes superficies planas es utilizar una boquilla muy rectangular. Este concepto, surge del hecho de que las hidrolimpiadoras tienen tanto chorros circulares como rectangulares y la experiencia personal del autor, indica que los chorros rectangulares tienen un efecto de limpieza más uniforme que aquellos redondos.

DISCUSION

El principal objetivo de este artículo, ha sido el de aumentar la conciencia sobre la variabilidad de la cobertura. Este tema tan importante, ha provocado poca atención en las publicaciones hasta la fecha. La variabilidad de la cobertura es inevitable, tal y como lo muestran algunos factores geométricos simples. Es por ello que se deberían considerar acciones para evitar este hecho.

Hay pocas ocasiones en las que la variación de la cobertura puede ser alentada. Una, podría ser cuando se necesita una cobertura máxima en el centro de flancos cóncavos, donde las tensiones de compresión se concentran más.

El shot peening no uniforme podría tener efectos en las mediciones de intensidad. La curvatura de las placas Almen, aumenta con la cantidad de shot peening (y por ende de la cobertura) que se le aplica. Cuanto más descentrado esté el haz de granalla del centro de la placa Almen, menor será la cobertura sobre esta. En cualquier caso, esto será más significativo en haces de granalla de pequeño diámetro.

La analogía con la pintura en spray incluida en el artículo, puede ser un método económico de concienciar a profanos sobre la variabilidad de la cobertura.

Las sugerencias hechas sobre los medios de reducir la variabilidad son especulativos. El progreso requiere, sin embargo, que las nuevas técnicas evolucionen.



IPAR-BLAST, S.L.
Pol. Ind. Ibur Erreka, 40 - bajo 1
20600 EIBAR (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