

# Plasma polimerización bajo presión atmosférica – por primera vez en la industria

Por Inès A. Melamies

Las elevadas exigencias a la resistencia anticorrosiva para componentes de metal requieren soluciones innovadoras. Un proveedor global de la industria automovilística estaba enfrentando el desafío de integrar en su cadena de procesos, la protección contra la corrosión para un componente de aluminio. Esto fue posible gracias a la aplicación de un recubrimiento creado mediante la tecnología de plasma atmosférico.

Sea para protección contra la corrosión, para adhesión o limpieza de superficies, la nueva tecnología PlasmaPlus®, desarrollada por Plasmatrete, Steinhagen y Alemania, junto con el instituto de Investigación Fraunhofer IFAM, Bremen, Alemania ofrece una amplia gama de recubrimientos funcionales para aplicación selectiva en distintas superficies. La base de este método es la tecnología de plasma atmosférico Openair® que fue patentada ya en 1995.

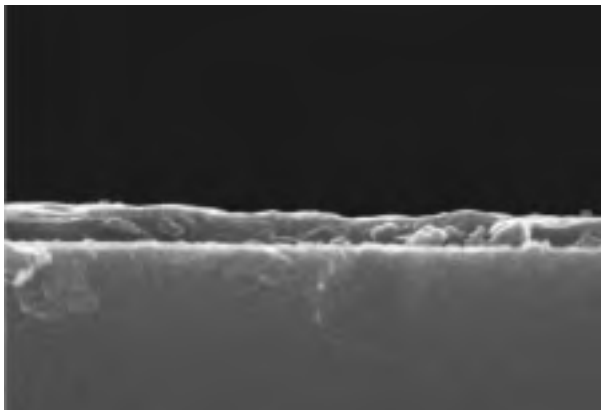
## Plasma recubrimientos bajo presión atmosférica

Hasta hace poco la plasma polimerización fue un proceso que se realizaba solamente en cámaras de vacío. En intensa cooperación con el Instituto Fraunhofer IFAM, Plasmatrete ha desarrollado y patentado la tecnología PlasmaPlus, que facilita la aplicación de nano recubrimientos en diversas superficies por primera vez en presión atmosférica (Imagen 1). Tan sólo hace tres años, el proveedor de automóviles fue la primera empresa que logró emplear la plasma polimerización bajo presión atmosférica para aplicaciones industriales. El Dr. A-



*Imagen 1  
Foto: Plasmatrete  
Hasta hace poco era posible sólo en cámaras de vacío: La tecnología de plasma atmosférico PlasmaPlus aplica recubrimientos en componentes de aluminio bajo presión atmosférica en la producción en serie.*

Alexander Knospe - director del departamento "Investigación & Desarrollo" de Plasmatrete dice: "En comparación con el método en vacío, el nuevo proceso es económicamente más eficiente, ya que no



**Imagen 2**  
Foto: Saint-Gobain  
La foto muestra un corte transversal de un recubrimiento Openair-PlasmaPlus de anchura de 100 nm (aumentación SEM 50.000x).

se requieren cámaras de vacío. A fin de crear el recubrimiento, al plasma se agrega un compuesto orgánico de silicio. El plasma, altamente excitado, causa la fragmentación del compuesto y se dispersa sobre la superficie formando una capa hialina (Imagen 2). A fin de lograr resultados óptimos, la composición química puede variar según la aplicación.”

### Protección a la corrosión del aluminio

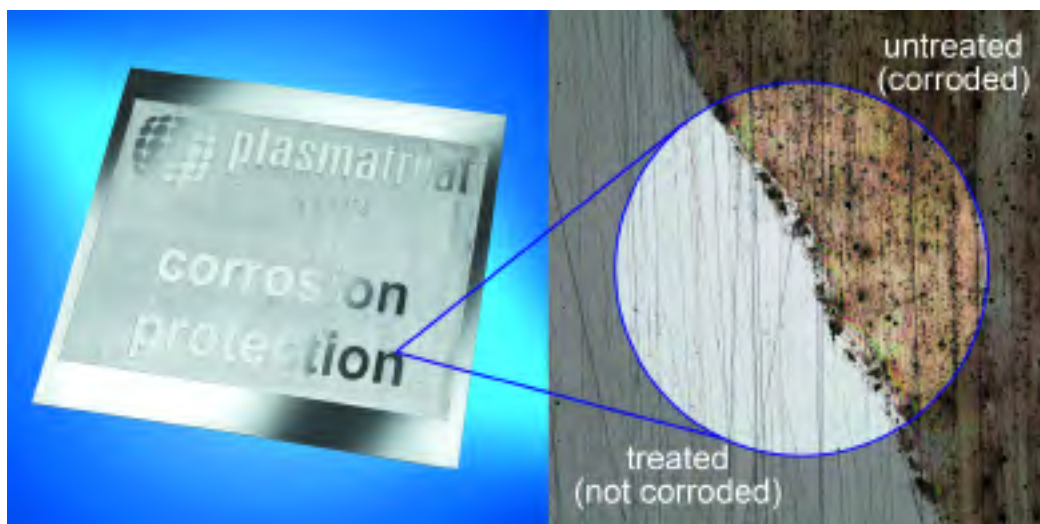
Knospe describe las ventajas del método llamado PlasmaPlus para componentes de aluminio: “En comparación con otros métodos para aplicación de recubrimientos, la mayor ventaja de esta tecnología es, además de la integración fácil en la línea de

producción, ante todo, la aplicación selectiva del recubrimiento. La protección anticorrosiva es muy efectiva especialmente para aleaciones de aluminio. El recubrimiento protege el aluminio varios días más en comparación con el método de ensayo de niebla salina (DIN50021), sin alterar ópticamente la superficie (Imagen 3).” El sistema de toberas aplica el plasma sin tener contacto con la superficie del aluminio. La tecnología Openair-Plasma-Plus funciona bajo presión atmosférica normal y no requiere cámaras de vacío para el proceso de separación.

El Dr. Alfred Baalman, empleado del departamento “Tecnología de Plasma” en el instituto alemán Fraunhofer IFAM, ha acompañado competentemente el desarrollo de este método. Él explica: “Una ventaja especial de este proceso es su alta flexibilidad. En particular, la anchura del recubrimiento y la velocidad del proceso se pueden ajustar según las necesidades a fin de obtener la protección anticorrosiva deseada.” La velocidad típica puede variar de 5 m/min a 30 m/min. Inmediatamente después de este procedimiento, el componente tratado está listo para los procesos posteriores. El recubrimiento ofrece una base sólida para adhesivos y aislantes, protección anticorrosiva y es, sobre todo, muy ecológico - no se requiere la disposición de químicos tóxicos.

### Uso en la producción en serie

Desde el principio de 2007, la empresa TRW Automotive, líder mundial en el desarrollo de sistemas integrados para la industria automovilística, usa la tecnología PlasmaPlus® para aplicaciones con



**Imagen 3**  
Foto: Plasmatreat  
La imagen microscópica muestra: Aún sometida durante 96 horas a ensayo de niebla salina, la parte protegida con el recubrimiento PlasmaPlus no presenta indicios de corrosión.

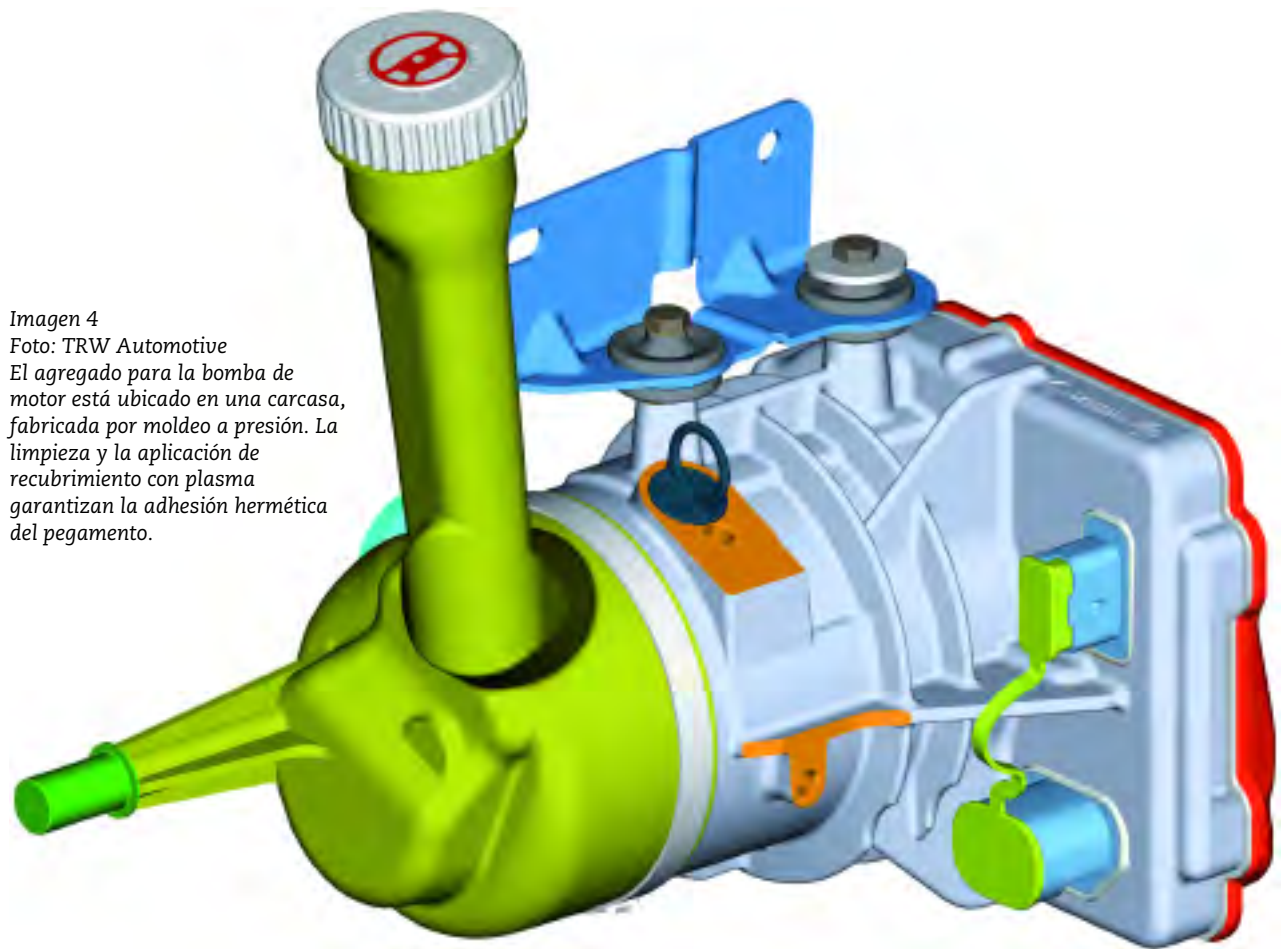


Imagen 4  
Foto: TRW Automotive  
El agregado para la bomba de motor está ubicado en una carcasa, fabricada por moldeo a presión. La limpieza y la aplicación de recubrimiento con plasma garantizan la adhesión hermética del pegamento.

elevadas exigencias a las cualidades ecológicas, tales como la protección anticorrosiva, la resistencia térmica y la impermeabilidad. La tecnología PlasmaPlus®, desarrollada en cooperación por Plasmatreteat y el instituto Fraunhofer IFAM, se utiliza para prevención de la corrosión de bombas para motores de aluminio fabricados por moldeo a presión. Estos agregados son una parte integrante de los sistemas de servodirección hidráulica de un gran número de automóviles y deben cumplir con las más altas exigencias de seguridad y fiabilidad.

Las costuras adhesivas de la superficie de aluminio se limpian y activan con Plasma Openair®. A continuación se realiza la aplicación selectiva del recubrimiento mediante PlasmaPlus® bajo presión atmosférica. La plasma polimerización garantiza la mejor protección posible contra la humedad. La carga mecánica, pero ante todo, la carga corrosiva, a la que está sometido el componente durante su vida útil no debe causar el fallo de las uniones adhesivas, ya que esto podría causar el fallo del motor y del completo sistema electrónico. En comparación con componentes no tratados, con el plasma

Test SWAAT	Duración del test (Horas)			
	50	250	500	750
Sin protección anticorrosiva	impermeable	permeable	impermeable	permeable
Rociado con aceite anticorrosivo	impermeable	impermeable	impermeable	permeable
Recubrimiento con PlasmaPlus®	impermeable	impermeable	impermeable	impermeable

Imagen 5.  
Gráfica: Plasmatreteat  
Prueba de la impermeabilidad a través de ensayo de niebla salina (Test SWAAT); verde -la carcasa es impermeable, rojo- la carcasa no es impermeable (corrosión en la brida hacia adentro).

recubrimiento se pudo lograr una mejor sostenibilidad ecológica. Con la exteriorización del proceso, la duración hasta "ruptura" (después de los primeros indicios de corrosión) ha incrementado en más de un 50% a 750 horas (Imagen 5). La aplicación de recubrimiento a través de plasma atmosférico tiene un papel clave.

### Integración posterior en la cadena de procesos

En la medida que se conozcan los altos requerimientos de calidad de los nuevos productos, la integración posterior en la cadena de procesos se realiza usando los parámetros correspondientes, tales como el diseño, la planeación de la cadena de procesos, la protección anticorrosiva etc., con soluciones técnicas comunes. Los pedidos de clientes con proyectos existentes y cadenas globales de procesos son muy complejos. En muchos casos las soluciones

técnicas comunes no son aplicables respectivamente, se podrían realizar sólo con cambios masivos y significantes costes de ajuste. Además los cambios de las cadenas de producción están relacionados a reconstrucción y a tiempos de paro. En el año 2006, los nuevos requerimientos del cliente, fabricante de automóviles TRW presentaron un desafío. Había dos posibilidades para crear un agregado para bombas de motores de la actual generación "C" de TRW con carcasa por moldeo por presión de aluminio más resistente las influencias del tiempo: mejoramiento del material - aluminio eloxado (oxidado electrolíticamente), pasivación, recubrimiento por plasma en vacío y atmosférico.

El mejoramiento de la calidad del aluminio requería cambios masivos que alteran también otras propiedades, tales como por ejemplo la resistencia a la tracción. La evaluación del nuevo producto se asociaba con costos mayores.

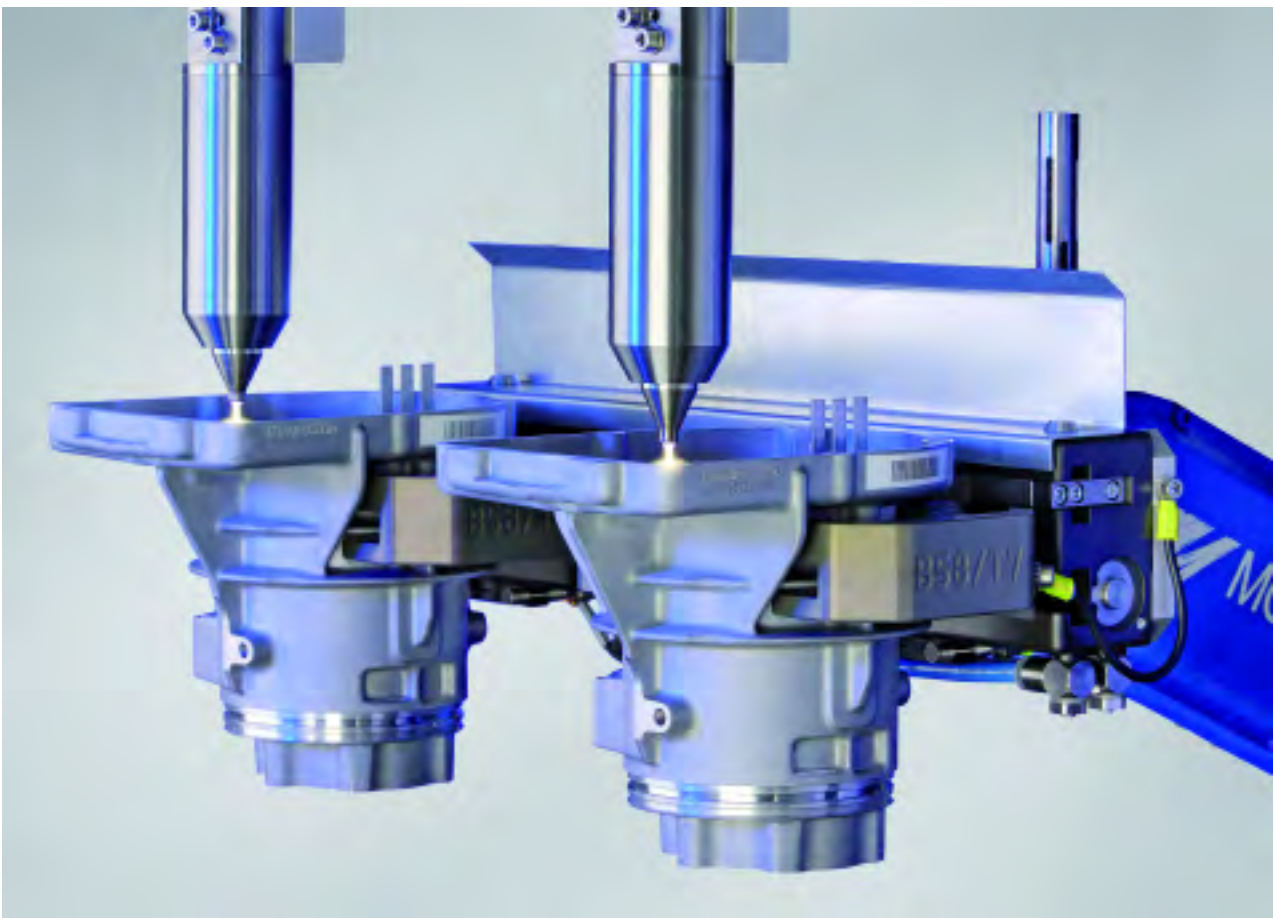



Imagen 6.

Foto: Plasmatreat

Antes de la aplicación del plasma recubrimiento, las costuras adhesivas de la carcasa de la bomba de motor se limpian y activan con Plasma Openair.



Lo mismo se refería para el proceso de aluminio eloxado. La aplicación de un recubrimiento en la superficie podría llevar a significativos cambios e influenciar el sistema de pase. La estructura de las láminas de aluminio podría llevar a contaminaciones del sistema hidráulico de conducción y aumentar la tracción crítica en las conexiones atornilladas. Por esta razón, también los costos para este proceso debían considerarse bien.

La pasivación ofrece una buena protección contra la corrosión y tiene la ventaja que el recubrimiento aplicado es muy fino. Sin embargo, para los procesos internos de producción de TRW Automotive, la resistencia a la temperatura no era suficiente y por lo tanto el proceso no se podía aplicar. El proceso de aplicación de recubrimientos por plasma en vacío requiere ciertas inversiones. Los costos de inversión aumentan según las capacidades necesitadas y la geometría de los componentes tratados.

Todos los procedimientos descritos anteriormente tienen algo en común: son muy costosos y su integración en la cadena de producción existente puede deteriorar la calidad durante el proceso. El control posterior de calidad de los componentes ya fabricados es demasiado costoso y reduce la seguridad de proceso de manera significativa.

El ingeniero de desarrollo de TRW Automotive Tech Center en Dusseldorf, Alemania, Bertram Schwantz, comenta: “La aplicación de recubrimientos con el plasma atmosférico Plasma-Plus ofrece ventajas importantes. La integración en la fase de montaje final de TRW fue posible sin gastos grandes o fallos en la producción. Al mismo tiempo se ofreció la oportunidad de integrar este método en los propios procesos de seguridad de la calidad.” Gracias a la aplicación selectiva, los campos críticos quedan fuera del alcance del tratamiento (Imagen 6). Además no se requiere una validación nueva. Según Schwantz los costos de inversión y mantenimiento son muy pequeños. Otros criterios para la integración de la tecnología de Plasmatrete en TRW han sido el poco espacio requerido y los ciclos de trabajo cortos. “La integración de esta tecnología de aplicación de recubrimiento en las carcasas de aluminio fabricadas por moldeo por presión ha creado nuevos estándares de calidad para la empresa TRW Automotive”.