

LOS PROCEDIMIENTOS DE «DOS CAPAS Y UN FUEGO» ⁽¹⁾

H. HOFFMAN

Bayer AG, Leverkusen (Alemania, R.F.)

RESUMEN

Se describen los procedimientos de 2c/1f para el proceso de esmalte en polvo «Puesta», y el procedimiento «húmedo sobre húmedo», el pretratamiento del acero, aplicación y aspectos del rendimiento.

Two coat one fire

This paper reports the process of the 2c/1f enamelling for powder «Puesta» and the possibility of two coats «wet in wet», pickelling, application of the enamels and economies aspects.

Zweischichteinbrandverfahren

Es wird das 2c/1f-Verfahren für die Pulveremallierung «Puesta», behandelt, sowie die Möglichkeit zwei Schichten «nass in nass», Blechvorbehandlung, Emailaufträge und wirtschaftliche Aspekte.

Ya antes de que el esmaltado directo sobre calidades de aceros descarburados y con un tratamiento previo especial pasase a formar parte integrante de la técnica actual, no faltaron los intentos de conseguir esmaltados listos con una sola cocción. El precio de los aceros descarburados, comparativamente alto, constituyó siempre el motivo para lograr este objetivo trabajando con aceros normales esmaltables. Mientras que por el procedimiento de esmaltado directo especial con decapado y niquelado con contenido en fosfato, ha podido obtenerse éxito incluso a escala industrial (en la actualidad sigue empleándose el procedimiento en algunas plantas con buenos resultados), los procedimientos que pretendieron lograr un esmaltado cualitativamente perfecto trabajando con dos capas y una sola cocción, no consiguieron pasar de la fase de ensayo hasta 1978.

El procedimiento «Puesta» creó un nuevo punto de partida perfeccionado para esta técnica. La situación especial del mercado español de aceros (en el que no se disponía de aceros OC —aceros con un contenido máximo de 0,005% de carbono—) dio lugar a que un industrial español fabricante de electrodomésticos se concentrase especialmente en la tecnología 2c/1f a base del método «Puesta», desarrollando este procedimiento en colaboración con los fabricantes de fritas y de instalaciones hasta perfeccionarlo técnicamente. Estimulados por este éxito, posteriormente se idearon también los correspondientes procedimientos en mojado para su empleo en la producción. Independientemente de la técnica del procedimiento de aplicación del esmalte, para la selección de los productos destinados a los procesos 2c/1f hay algunos parámetros esenciales:

- La velocidad de reacción entre la chapa de acero al esmalte de fondo debe ser tan elevada que las reacciones de adhesión queden finalizadas en el período en el que la viscosidad del esmalte de cubierta sea lo suficientemente alta y permita que los productos gaseosos de la reacción escapen.

- El comportamiento de flujo y la tensión de las superficies limítrofes de los esmaltes de fondo y de cubierta han de adaptarse entre sí de forma óptima.
- La tensión superficial del esmalte de cubierta ha de ser netamente inferior a la del esmalte de fondo.

Una norma especial para el proceso «Puesta»-2c/1f consiste en que la resistividad del esmalte de fondo ha de ser inferior a la del esmalte de cubierta, a fin de evitar una contraionización en las capas superiores.

La comparación de costes del procedimiento «Puesta»-2c/1f frente a otros procedimientos de revestimiento de piezas lisas permite apreciar las posibilidades extraordinariamente favorables de este procedimiento bajo determinadas condiciones.

En las ramas de producción donde, debido a diferentes motivos, no resulta conveniente aplicar ni el esmalte directo ni el procedimiento «Puesta» (casi todos los esmaltes con alta variedad de formas y colores), continúan buscándose continuamente mejoras técnicas y posibilidades de racionalización.

El interrogante sobre la futura disponibilidad a largo plazo de los aceros descarburados, así como la alta demanda energética y las crecientes dificultades de descontaminación de las instalaciones de pretratamiento para el esmaltado directo redoblan este interés por las nuevas posibilidades. El procedimiento «húmedo sobre húmedo»[®], esto es, la posibilidad de aplicar dos capas «húmedo sobre húmedo», secando y cocinando conjuntamente, se ha comprobado ya a nivel productivo, y constituye un complemento interesante de la gama existente de procedimientos.

Tanto en el caso del «Puesta»-2c/1f como en el procedimiento «húmedo sobre húmedo» (Combismalt), el esmalte de fondo se aplica con un espesor de 30 μm . El esmalte de cubierta que se aplica a continuación impide que se produzca una difusión excesiva de oxígeno a la superficie del acero, de forma que no tiene lugar la corrosión de la capa de esmalte de fondo, la cual resultaría de otra manera inevitable trabajando con estos bajos espesores de capa de fondo. Tras la cocción del esmaltado de

(1) Original recibido el 10 de abril de 1986.

fondo queda casi exento de burbujas y de defectos ópticos; la capa de esmalte de fondo debe sólo desempeñar la función de una zona de reacción. Las microestructuras de los esmaltados «Puesta»-2c/1f y «húmedo sobre húmedo» se asemejan en gran medida, y representan por así decirlo el punto medio entre las estructuras de los esmaltados directo en blanco y de los esmaltados convencionales. Las propiedades de difusión de hidrógeno de los esmaltados «húmedo sobre húmedo»[®] son similares a las de los esmaltados convencionales, tal y como lo muestran los ensayos de comparación.

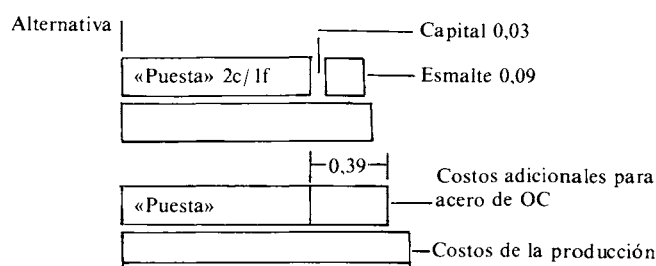
Otro parámetro esencial del procedimiento «húmedo sobre húmedo» consiste en los rellenos de molienda de estructura especial y en gran medida exentos de arcilla, los cuales se utilizan con aditivos; estos componentes deben impedir que se produzca una mezcla con el esmalte de cubierta que se aplica a continuación sin efectuar un secado intermedio, y permitir, además, la obtención de combinaciones de esmalte de fondo con las mejores propiedades de humectación y en las que la capa adhesiva se forme con mayor rapidez. Debido a que la capa de esmalte de fondo posee un espesor muy bajo, resulta necesario efectuar un molido fino de dicho esmalte de fondo (finura de molienda: 3-5 unidades en un tamiz de prueba de 10.000 mallas/cm²).

En el caso del procedimiento «Puesta»-2c/1f, sigue utilizándose actualmente un tratamiento previo completo, con decapado y níquelado, semejante al del esmaltado directo en blanco, pero la práctica muestra ya la posibilidad de esmaltar en blanco «Puesta», piezas que solamente habían sido desengrasadas y lavadas con agua desmineralizada. Para el procedimiento «húmedo sobre húmedo» basta con obtener una superficie de la chapa completamente limpia: libre de grasas, óxidos y residuos salinos. En ambos casos, los últimos pasos del tratamiento previo —que en su forma más favorable consisten en un acomplexamiento a base de alcaolamina y lavado final con agua desmineralizada— han demostrado ser decisivos para obtener un buen éxito con el procedimiento.

El procedimiento «Puesta»-2c/1f es el más favorable para llevar a cabo el revestimiento en blanco de piezas planas en grandes series. Comparado con él, el procedimiento «húmedo sobre húmedo» no puede competir —y en este caso tampoco puede hacerlo frente al esmaltado directo en blanco con otros procedimientos de aplicación. Si se opera de forma completamente automatizada, los costes de inversión en la zona de aplicación han de ser considerablemente mayores que los de por ejemplo del esmaltado directo, ya que hay que instalar dispositivos de aplicación de esmalte de fondo y de cubierta (en el caso del «Puesta» las inversiones adicionales para la cabina de aplicación de esmalte de fondo son relativamente bajas). Partiendo de la base de que en el procedimiento «húmedo sobre húmedo» las piezas sólo se someten a un desengrasado y decapado, hay que constatar que en las zonas no esmaltadas faltará la ligera protección anticorrosiva de la que se dispone en los otros métodos gracias al baño de níquel. Así pues, hay que dotar a los dorsos de una fina capa de esmalte, como mínimo; esto hace que no sea posible efectuar el colgado habitual que se emplea para el

esmaltado directo en blanco y para el revestimiento por un solo lado (dorso contra dorso). El colgado individual, que salvo en este caso sólo es necesario para piezas de revestimiento por ambas caras, requiere un aumento de la velocidad de las cadenas, a fin de mantener la misma capacidad; esto implica a su vez que las instalaciones deben hacerse más grandes. Además, el procedimiento «húmedo sobre húmedo» es más desfavorable que los revestimientos por polvo desde el punto de vista del consumo de esmalte, ya que en el primero no hay reciclado. El argumento de que los costes del acero son menores en comparación con el acero OC empleado para el esmaltado directo en blanco sí es válido para todos los procedimientos 2c/1f. En la tabla I se presenta la comparación.

TABLA I
INFLUENCIA DE LOS COSTES ADICIONALES



Por otro lado, el procedimiento «húmedo sobre húmedo» ofrece posibilidades favorables de racionalización en casi todos los casos en los que no pueden aplicarse los procedimientos de alta automatización para piezas planas, por diversos motivos (diversidad de colores y de formas, series demasiado pequeñas, imposibilidad de conseguir las calidades de acero idóneas). La aplicación del esmalte puede llevarse a cabo manual o automáticamente (máquinas de pulverización o ESTA en mojado); el procedimiento puede comprobarse inmediatamente en forma improvisada en cualquier planta, y a menudo puede introducirse a pequeña escala con costes de inversión realmente bajos. Naturalmente, la introducción en el procedimiento «húmedo sobre húmedo» a escala industrial se hallará siempre unida a grandes costes de inversión, ya que hay que adaptar las operaciones de trabajo (aplicación de la capa de fondo inmediatamente tras la aplicación del blanco) a los dispositivos de transporte.

En determinados casos puede también resultar conveniente una combinación de aplicación en mojado de la capa de fondo y aplicación de la capa de cubierta por polvo; incluyendo un secado intermedio, esta variante del procedimiento es también perfectamente realizable a nivel técnico.

Los costes adicionales que presupone el acero OC sobrepasan ampliamente el aumento de capital que se requiere para la cabina de aplicación de la capa de fondo «Puesta», y el gasto adicional requerido para la propia capa de fondo «Puesta» ($\Delta = 0,27$).