

28. Procesos de realización de la forma impresora de huecograbado. Grabado autotípico de cilindros. Electrónico. Fotopolímeros. Fases. Equipos. Calibración.

Introducción

El huecograbado es una de las técnicas de impresión más utilizadas en la producción de grandes tiradas de alta calidad, especialmente en el ámbito del embalaje flexible, la impresión de revistas, papel pintado y aplicaciones de seguridad. Su proceso de impresión se basa en la transferencia de tinta desde cavidades grabadas en la superficie de un cilindro metálico, permitiendo una reproducción precisa de detalles finos y una excelente estabilidad en la impresión a gran velocidad. La correcta realización de la forma impresora en huecograbado es fundamental para garantizar la nitidez y uniformidad de la impresión, por lo que se requiere un proceso meticuloso que involucra tecnologías de grabado avanzadas, calibración precisa y un estricto control de calidad.

La fabricación de los cilindros de huecograbado puede realizarse mediante diferentes métodos de grabado, entre los que destacan el **grabado autotípico**, el **grabado electrónico** y el uso de **fotopolímeros**. Cada técnica presenta características específicas que influyen en la resolución de la imagen, la profundidad del grabado y la transferencia de tinta. Además, el proceso de creación de la forma impresora se divide en distintas fases que incluyen la preparación del cilindro, el tratamiento de su superficie, el grabado de la imagen, la calibración de los tonos y la aplicación de recubrimientos protectores para prolongar su vida útil en la prensa de impresión.

En este contexto, la LOMLOE y la Ley Orgánica 3/2022 de Ordenación e Integración de la Formación Profesional refuerzan la importancia del desarrollo de las competencias del alumnado para mejorar su potencial de empleabilidad. El conocimiento de los procesos de fabricación de los cilindros de huecograbado, así como el manejo de los equipos y técnicas de calibración, permite a los futuros profesionales optimizar la calidad de la impresión y adaptarse a las exigencias del sector gráfico, cada vez más enfocado en la eficiencia y sostenibilidad de los procesos productivos.

La evolución tecnológica en la impresión en huecograbado ha permitido la incorporación de sistemas de grabado digital y de control automatizado que optimizan la precisión del proceso y reducen los tiempos de producción. El uso de tecnologías de medición avanzadas para la calibración de los cilindros ha mejorado la uniformidad de los tonos y ha permitido un mayor control sobre la calidad del impreso final.

El estudio de los procesos de realización de la forma impresora en huecograbado es esencial para comprender la importancia de cada fase y su impacto en la calidad de la impresión. A continuación, se analizarán en profundidad los métodos de grabado de cilindros, los equipos

empleados en el proceso, las técnicas de calibración y los factores que garantizan la estabilidad y precisión en la producción de impresiones en huecograbado.

Procesos de realización de la forma impresora de huecograbado. Grabado autotípico de cilindros. Electrónico.

El huecograbado es un sistema de impresión rotativa en el que la imagen se transfiere desde cavidades grabadas en la superficie de un cilindro metálico a un sustrato mediante la acción de la presión y la tinta líquida de baja viscosidad. La realización de la forma impresora en huecograbado es un proceso altamente especializado que requiere precisión y control, ya que la calidad de impresión depende en gran medida de la profundidad, el tamaño y la distribución de las celdas grabadas en el cilindro.

Existen distintos métodos de grabado para la fabricación de los cilindros de huecograbado, entre los que destacan el **grabado autotípico** y el **grabado electrónico**, ambos con aplicaciones específicas en función del tipo de impresión, la calidad requerida y la naturaleza del material a imprimir.

El proceso de realización de la forma impresora en huecograbado

La fabricación del cilindro de huecograbado se lleva a cabo en varias fases clave:

1. **Preparación del cilindro base:** Se selecciona un cilindro metálico de acero o aluminio que servirá como soporte. Su superficie se pule y se recubre con una fina capa de cobre para facilitar el grabado.
2. **Tratamiento superficial:** Se realiza un tratamiento electroquímico para garantizar una estructura homogénea en el cobre, permitiendo una mejor absorción de tinta y una mayor durabilidad del grabado.
3. **Grabado de la imagen:** Se emplea una de las técnicas de grabado disponibles (autotípico, electrónico o láser) para formar las celdas que contendrán la tinta.
4. **Cromado del cilindro:** Se aplica una capa de cromo sobre el grabado para aumentar su resistencia al desgaste y mejorar la estabilidad del proceso de impresión.
5. **Calibración y control de calidad:** Se inspecciona la uniformidad del grabado, la profundidad de las celdas y la correcta reproducción de la imagen antes de montar el cilindro en la prensa de impresión.

Grabado autotípico de cilindros en huecograbado

El grabado autotípico es un método tradicional de creación de las formas impresoras en huecograbado que se basa en la formación de celdas de diferentes profundidades en el cilindro mediante procesos fotomecánicos y químicos.

1. Características del grabado autotípico

- Se utiliza una película con la imagen positiva que se transfiere al cilindro mediante un **proceso fotosensible**.
- Las áreas de imagen se graban mediante un **ataque químico controlado**, generando celdas más profundas en las zonas oscuras y menos profundas en las zonas claras.
- La transición de tonos se logra variando la profundidad de las celdas en lugar del tamaño, lo que permite una **reproducción fiel de los degradados**.
- Es un método adecuado para aplicaciones que requieren grandes volúmenes de impresión con **alta estabilidad y resistencia mecánica**.

2. Proceso de grabado autotípico

1. **Recubrimiento fotosensible:** Se aplica una capa de material fotosensible sobre el cilindro de cobre.
2. **Exposición con película:** La imagen se transfiere al cilindro mediante la exposición a una fuente de luz UV a través de una película positiva.
3. **Revelado y ataque químico:** Las áreas expuestas reaccionan y protegen ciertas partes del cilindro, mientras que las zonas sin imagen son grabadas químicamente para formar las celdas.
4. **Limpieza y cromado:** Se eliminan los residuos químicos y se aplica una capa de cromo para proteger el grabado.

3. Ventajas y desventajas del grabado autotípico

✓ Ventajas

- Alta precisión en la reproducción de imágenes con tonos continuos.
- Excelente estabilidad en grandes tiradas de impresión.
- Coste relativamente bajo en comparación con sistemas digitales avanzados.

✗ Desventajas

- Requiere procesos químicos que pueden generar residuos contaminantes.
- Menor flexibilidad para realizar ajustes finos en el diseño sin rehacer el cilindro.
- Más lento que los sistemas electrónicos y digitales.

Grabado electrónico en huecograbado

El grabado electrónico es una evolución del grabado autotípico que utiliza herramientas digitales y sistemas computarizados para controlar la creación de las celdas en el cilindro.

1. Características del grabado electrónico

- Se basa en la utilización de un **estilógrafo de diamante o punta de grabado** que impacta directamente sobre la superficie del cilindro, generando las celdas de forma mecánica.
- El proceso es completamente digital, lo que permite una **mayor precisión y uniformidad en el grabado**.
- Se puede ajustar la profundidad, la forma y la distribución de las celdas con un alto nivel de detalle.
- Es el sistema más utilizado en la industria moderna del huecograbado debido a su velocidad y fiabilidad.

2. Proceso de grabado electrónico

1. **Digitalización de la imagen:** El diseño se procesa en un software especializado para convertirlo en una matriz de celdas.
2. **Grabado mediante un cabezal de diamante:** La máquina graba el cilindro con un estilógrafo que impacta la superficie del cobre, formando las celdas con distintas profundidades según la información de la imagen.
3. **Corrección y ajuste automático:** El software ajusta la forma y distribución de las celdas para compensar posibles errores de impresión.
4. **Cromado y acabado:** Se aplica una capa de cromo para mejorar la resistencia del cilindro.

3. Ventajas y desventajas del grabado electrónico

✓ Ventajas

- **Alta velocidad de producción**, lo que reduce los tiempos de fabricación.
- **Mayor precisión y control digital**, permitiendo ajustes finos en la imagen sin necesidad de rehacer el cilindro.
- **Menor uso de productos químicos**, lo que lo hace más sostenible que el grabado autotípico.

x Desventajas

- Requiere una **inversión inicial alta en equipos y software**.
- Puede generar **estrés mecánico en la superficie del cilindro**, afectando su durabilidad en algunos casos.

Comparación entre el grabado autotípico y el grabado electrónico

Característica	Grabado autotípico	Grabado electrónico
Precisión en la imagen	Alta, pero menos flexible	Muy alta y ajustable digitalmente
Velocidad de producción	Lenta	Rápida
Coste inicial	Bajo	Alto
Impacto ambiental	Uso de químicos	Menor uso de químicos
Aplicaciones	Grandes tiradas con tonos continuos	Producción rápida con alta precisión

Importancia de la correcta elección del método de grabado

La selección del sistema de grabado influye directamente en la calidad de la impresión, la productividad y los costos de producción. En la actualidad, la tendencia en la industria es la **automatización y digitalización** del proceso de grabado, buscando una mayor precisión y reducción del impacto ambiental.

El siguiente epígrafe abordará el uso de **fotopolímeros en huecograbado**, las diferentes **fases del proceso** y el papel de los **equipos especializados en la fabricación de las formas impresoras**, aspectos fundamentales para garantizar un resultado óptimo en la impresión industrial.

Fotopolímeros. Fases.

El uso de **fotopolímeros en huecograbado** representa una alternativa innovadora a los métodos tradicionales de grabado autotípico y electrónico. Aunque su uso no es tan extendido como en flexografía u offset, los avances en la fabricación de planchas y cilindros fotopoliméricos han permitido mejorar la calidad de impresión y reducir costos en ciertos segmentos del mercado. Este método ofrece ventajas en términos de sostenibilidad, eficiencia y versatilidad, al eliminar algunos de los procesos químicos agresivos asociados con el grabado convencional.

Los fotopolímeros en huecograbado

Los **fotopolímeros** son materiales fotosensibles que reaccionan a la luz ultravioleta (UV), endureciéndose en las áreas expuestas y manteniéndose solubles en las zonas no expuestas. Esta propiedad permite su uso en la creación de formas impresoras en diversos sistemas de impresión, incluyendo el huecograbado.

En huecograbado, los fotopolímeros se pueden utilizar de dos maneras principales:

1. **Planchas fotopoliméricas para cilindros:** Se aplican sobre cilindros metálicos mediante adhesión o termofusión, y luego se graban mediante exposición UV y grabado láser.
2. **Cilindros de fotopolímero sólido:** Se moldean y graban digitalmente para su uso en impresiones de tiradas medias y aplicaciones especializadas.

Los cilindros de fotopolímero pueden ser una opción viable en la impresión de **embalajes flexibles, etiquetas y aplicaciones decorativas**, donde la alta resolución y la durabilidad de la forma impresora son factores clave.

Ventajas y desventajas del uso de fotopolímeros en huecograbado

✓ Ventajas

- **Menor impacto ambiental**, al reducir el uso de químicos en el grabado.
- **Mayor flexibilidad** en la fabricación de formas impresoras, con menor desgaste de herramientas.
- **Ahorro de tiempo** en comparación con el grabado autotípico, ya que el proceso de insolado y revelado es más rápido.
- **Menos consumo de material**, ya que no es necesario el cromado final.

X Desventajas

- **Menor durabilidad** en comparación con los cilindros de metal grabados mecánicamente.
- **Mayor limitación en la profundidad de las celdas**, lo que puede afectar la densidad de tinta en impresiones exigentes.
- **No es ideal para grandes tiradas**, ya que el fotopolímero puede degradarse más rápido con el uso continuo.

Fases del proceso de fabricación de cilindros de fotopolímero

El proceso de creación de una forma impresora de huecograbado basada en fotopolímeros sigue una serie de fases bien definidas que garantizan la calidad y estabilidad del cilindro.

1. Preparación del cilindro base

- Se elige un cilindro de aluminio o acero, que servirá como soporte para la capa de fotopolímero.
- Se realiza un tratamiento superficial para asegurar una buena adherencia del material.

2. Aplicación del fotopolímero

- En el caso de **planchas fotopoliméricas**, se adhieren al cilindro mediante calor o presión.
- En los **cilindros sólidos de fotopolímero**, el material se vierte en moldes y se cura en un horno especial.

3. Exposición a la luz UV

- Se expone el cilindro a una fuente de **luz ultravioleta**, endureciendo selectivamente las áreas que formarán la imagen impresa.
- La imagen se transfiere mediante una **máscara digital (LAMS) o película fotográfica**.

4. Revelado y eliminación de material no endurecido

- Las áreas no expuestas a la luz UV se eliminan mediante un lavado con solventes o soluciones acuosas.
- Se obtiene el relieve de la imagen con celdas de distinta profundidad.

5. Secado y endurecimiento final

- El cilindro se somete a un proceso de **secado térmico** para estabilizar la estructura del fotopolímero.
- En algunos casos, se puede realizar una exposición UV secundaria para mejorar la resistencia del material.

6. Inspección y control de calidad

- Se verifica la uniformidad del grabado mediante **microscopios ópticos o cámaras digitales**.
- Se realizan pruebas de impresión en seco para evaluar la transferencia de tinta.

Aplicaciones y futuro de los fotopolímeros en huecograbado

El uso de cilindros de fotopolímero en huecograbado se ha expandido en sectores donde la **versatilidad, la sostenibilidad y la rapidez de producción** son factores clave. Su aplicación es especialmente interesante en la impresión de **papeles decorativos, etiquetas y envases flexibles**, donde la calidad de imagen y la eficiencia del proceso son prioritarias.

En términos de innovación, la combinación de **fotopolímeros con tecnologías digitales de grabado** podría mejorar la competitividad de este método frente a las técnicas tradicionales. Además, el desarrollo de **materiales más resistentes y de mejor transferencia de tinta** podría hacer que los cilindros de fotopolímero sean una alternativa viable para más aplicaciones industriales.

El siguiente epígrafe abordará los **equipos utilizados en la fabricación de formas impresoras en huecograbado**, así como la **calibración de los cilindros**, aspectos fundamentales para garantizar la precisión en la impresión y la estabilidad en la producción industrial.

Equipos. Calibración.

La calidad y eficiencia en la impresión en huecograbado dependen en gran medida de los **equipos empleados en la fabricación y preparación de los cilindros**, así como de una **correcta calibración** que garantice la uniformidad en la transferencia de tinta. Cada fase del proceso de realización de la forma impresora requiere maquinaria especializada que permita obtener cilindros con alta precisión, adecuados para grandes tiradas de impresión.

La calibración es un aspecto fundamental para mantener la estabilidad del proceso, asegurando que las celdas grabadas tengan la profundidad y el tamaño óptimos para una impresión uniforme. Además, el uso de tecnologías avanzadas de medición y control ha permitido mejorar la precisión en la reproducción de imágenes, optimizando el consumo de tinta y reduciendo el desperdicio de material.

Equipos utilizados en la fabricación de formas impresoras en huecograbado

El proceso de fabricación de los cilindros de huecograbado involucra una serie de equipos especializados que garantizan la correcta preparación, grabado y acabado de la forma impresora.

1. Equipos para la preparación del cilindro base

Antes del grabado, los cilindros metálicos deben someterse a una serie de tratamientos para garantizar una superficie uniforme y libre de impurezas. Para ello, se utilizan:

- **Rectificadoras de cilindros:** Equipos que eliminan irregularidades en la superficie del cilindro mediante procesos de pulido.
- **Baños electrolíticos de cobreado:** Aplican una capa de cobre homogénea sobre el cilindro, proporcionando la base para el grabado.
- **Pulidoras de cobre:** Refinan la superficie de cobre para garantizar una estructura uniforme antes del grabado.

2. Equipos de grabado

Dependiendo del método de grabado empleado, se utilizan diferentes tipos de maquinaria:

- **Insoladoras UV y sistemas de grabado químico** (para grabado autotípico): Exponen el cilindro a una fuente de luz ultravioleta a través de una película, permitiendo la creación de celdas mediante un proceso químico controlado.
- **Máquinas de grabado electrónico (HelioKlischograph):** Utilizan un cabezal con punta de diamante para tallar mecánicamente las celdas en la superficie del cilindro con precisión digital.
- **Sistemas de grabado láser:** Aplican tecnología de ablación para eliminar selectivamente el material y formar las celdas sin necesidad de herramientas mecánicas.

3. Equipos de acabado y protección del cilindro

Después del grabado, los cilindros requieren tratamientos adicionales para prolongar su vida útil y optimizar su rendimiento en la impresión.

- **Baños de cromado:** Aplican una fina capa de cromo sobre el grabado para mejorar la resistencia a la abrasión y garantizar una transferencia uniforme de tinta.
- **Sistemas de limpieza y desengrasado:** Eliminan residuos y aceites de la superficie del cilindro antes de su montaje en la prensa de impresión.
- **Equipos de pulido de cromo:** Afinan la superficie del cilindro cromado para eliminar irregularidades y mejorar la calidad de impresión.

Calibración de cilindros en huecograbado

La calibración de los cilindros de huecograbado es un proceso crucial para garantizar que la tinta se transfiera de manera uniforme y que la impresión mantenga la fidelidad del diseño original.

1. Parámetros clave en la calibración de cilindros

Para asegurar un rendimiento óptimo de los cilindros de huecograbado, es necesario controlar diversos parámetros:

- **Profundidad de las celdas:** Determina la cantidad de tinta retenida en cada celda y su posterior transferencia al sustrato.
- **Tamaño y forma de las celdas:** Influye en la uniformidad de los tonos y la reproducción de detalles en la imagen impresa.
- **Registro y alineación:** Asegura que el cilindro se monte correctamente en la prensa para evitar desplazamientos de color.
- **Dureza del cromo:** Verificada mediante mediciones de resistencia, permite garantizar la durabilidad del cilindro en impresiones de gran volumen.

2. Herramientas y sistemas de calibración

El control y calibración de los cilindros de huecograbado se realiza mediante el uso de instrumentos de precisión y software de análisis digital. Entre los más utilizados se encuentran:

- **Micrómetros digitales:** Miden la profundidad de las celdas grabadas con una precisión de micras.
- **Densitómetros ópticos:** Evalúan la cantidad de tinta transferida y la densidad de los tonos en la impresión.
- **Espectrofotómetros:** Controlan la reproducción del color y la estabilidad en la impresión.
- **Sistemas de inspección con visión artificial:** Detectan defectos en el grabado del cilindro y garantizan la uniformidad en la estructura de las celdas.
- **Software de compensación de ganancia de punto:** Ajusta digitalmente la profundidad y el tamaño de las celdas para corregir variaciones en la impresión.

Importancia de la calibración en la impresión de huecograbado

Una calibración precisa es fundamental para evitar defectos en la impresión, como **pérdida de detalle en las sombras, empaste de tinta o falta de uniformidad en los tonos**. Gracias a los avances tecnológicos, los sistemas de medición y ajuste han permitido mejorar la eficiencia del proceso, reducir el desperdicio de tinta y aumentar la calidad del impreso final.

El correcto uso de los equipos de fabricación y calibración de cilindros en huecograbado permite garantizar la estabilidad en la producción y optimizar la reproducción de imágenes a gran escala. La combinación de herramientas de grabado avanzadas, tecnologías de inspección digital y sistemas de calibración automatizados ha revolucionado la industria del huecograbado, proporcionando soluciones de alta precisión adaptadas a las necesidades del mercado.

Dado el impacto que estos procesos tienen en la calidad de la impresión y la eficiencia productiva, resulta esencial comprender cada una de estas fases y su interrelación con el resultado final del impreso.

Conclusión

El huecogrado es una de las técnicas de impresión más precisas y eficientes para grandes tiradas, destacándose por su alta calidad de reproducción y estabilidad en el proceso. La correcta fabricación de la forma impresora, representada por los cilindros grabados, es fundamental para garantizar la fidelidad del diseño y la óptima transferencia de tinta al sustrato. A lo largo del tema, se han abordado los diferentes métodos de grabado, el uso de fotopolímeros, las fases del proceso de fabricación, así como los equipos y sistemas de calibración empleados en la producción industrial.

El grabado autotípico y el grabado electrónico representan dos enfoques fundamentales en la creación de cilindros, cada uno con ventajas específicas según la aplicación. Mientras el grabado autotípico ofrece estabilidad en la reproducción de tonos continuos, el grabado electrónico ha revolucionado la industria con su precisión digital y control automatizado. Por su parte, el uso de **fotopolímeros** aporta soluciones innovadoras y más sostenibles en ciertos sectores, facilitando procesos de fabricación más rápidos y con menor impacto ambiental.

La utilización de **equipos especializados** para la preparación, grabado y acabado de los cilindros es clave para garantizar la eficiencia y durabilidad de la forma impresora. Desde rectificadoras y baños de cobreado hasta sistemas de grabado láser y cámaras de inspección digital, cada herramienta cumple un papel esencial en la producción. Asimismo, la **calibración** de los cilindros mediante micrómetros, densitómetros y software de compensación de ganancia de punto permite corregir desviaciones y asegurar una impresión uniforme y de alta calidad.

Desde la perspectiva de la formación profesional, el conocimiento profundo de estos procesos es esencial para la especialización en el sector gráfico. La LOMLOE y la Ley Orgánica 3/2022 de Ordenación e Integración de la Formación Profesional enfatizan la importancia del desarrollo de competencias técnicas avanzadas que permitan a los futuros profesionales adaptarse a las demandas de la industria, optimizar la producción y mejorar la sostenibilidad de los procesos de impresión.

En definitiva, la evolución del huecogrado ha estado marcada por la integración de nuevas tecnologías que han mejorado la precisión, la eficiencia y la sostenibilidad de la fabricación de formas impresoras. La correcta aplicación de estas técnicas y el dominio de los procesos asociados son determinantes para garantizar la calidad final del producto impreso y optimizar el rendimiento en la producción industrial.

Bibliografía

Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. Boletín Oficial del Estado, núm. 340, 30 de diciembre de 2020.

Ley Orgánica 3/2022, de 31 de marzo, de ordenación e integración de la Formación Profesional

Busquets Morales, C. (2023). *Diseño desde Marte: Manual de diseño de producto digital* (T. Pérez Contreras, Ilustr.; Á. Olmos Mata, Red. técn.). Jardín de Monos.

García, J., & Rodríguez, J. J. (2017). *Materiales de producción en artes gráficas*. Editorial Aral, S. L.

Grabowski, B., & Flick, B. (2020). *El grabado y la impresión: Guía completa de técnicas, materiales y procesos* (C. Melús García & D. Diéguez, Trads.). Blume.

López López, A. M. (2019). *Diseño gráfico digital*. Anaya Multimedia.

Pentawards, & Wiedemann, J. (Eds.). (2022). *The Package Design Book* (Ed. ilustr.). TASCHEN.

Santarsiero, H. M. (2013). *Producción editorial: Arte, preimpresión e impresión. Técnicas para la producción de diarios, revistas y libros. Nuevos medios digitales para el envío de información*. Editorial Académica Española.