

CONSIDERACIONES TÉCNICAS DE LOS ACABADOS SUPERFICIALES EN EL DISEÑO DE NUEVOS PRODUCTOS.

L. Nerey Carvajal^(P)

Abstract

One of the most important aspects in product design, is the appropriate selection of surface finish in terms of consumer appeal (marketing) and of resistance and durability under the environmental conditions in which the products will be used. In practical terms the surface finishes have been classified in: chemical - physics, organic and inorganic. The latest in a great variety which ranges from metallic materials to ceramics, whose use increases every day thanks to the modern's ionic plasma technologies and implantation by projection. The selection of finishes needs a very detailed analysis of the product use and exploitation conditions. This analysis must be part of the project from the very beginning. Aspects such how is it to be used; in what environment will it be in; what kinds of contact will be user have with it; what interaction will it have with other products, are some of the questions to be solved.

Key Words: Product design, surface finish, exploitation conditions.

RESUMEN

Uno de los aspectos más importantes dentro del proceso proyectual de productos lo constituye la elección idónea de los acabados superficiales tanto desde el punto de vista de la captación del usuario (marketing), como de la resistencia y durabilidad en el medio en que serán empleados los productos. Para mayor objetividad se han clasificado los acabados superficiales en: físico-químicos, orgánicos y por último los inorgánicos con una variedad tan grande que van desde materiales metálicos hasta los cerámicos, cuyo uso va en aumento cada día gracias a las modernísimas tecnologías de plasma iónico e implantación por proyección. La selección de los acabados superficiales requiere de un estudio bien detallado de las condiciones de explotación y uso de cada producto. Este estudio debe formar parte del proyecto desde su fase más primaria: cómo va a ser empleado, en qué medio ambiente funcionará, qué tipos de contactos tendrá con el usuario el producto, qué interacción tendrá el producto a diseñar con otros productos, son algunas de las incógnitas a resolver.

Palabras Claves: Diseño de producto, acabado superficial, condiciones de explotación.

1. Introducción

El uso de los acabados superficiales, sea consciente o inconscientemente viene al mundo desde las primitivas formas de vida de los animales y en particular del hombre. Si partimos de la definición general de que: el acabado superficial es todo proceso conducente a modificar y/o mejorar las propiedades de los cuerpos (Nerey, 2002a). Entonces queda claro

y justificado el uso del mimetismo o camuflaje en los animales, sus capas gruesas de pelo y grasa para protegerse del frío, las poderosas y resistentes corazas metálicas para combatir entre los guerreros antiguos y hasta los colores brillantes y llamativos para la atracción de sexos en muchas especies.

En el presente trabajo se realiza una caracterización de los principales tipos de acabados superficiales desde el punto de vista técnico, es decir, aquellos donde el hombre conscientemente ha incursionado, por cuanto desde el punto de vista económico y social deberá proteger sus recursos, así como, lanzar al mercado sus productos con criterios de eficiencia, competitividad y estética.

2. Objetivos Generales

El objetivo fundamental de este trabajo es sentar las bases para la instalación de un Taller-Laboratorio donde se desarrollen las principales tecnologías en la aplicación de acabados superficiales en una gran variedad de tipos.

También con este trabajo, a manera de ponencia, se pretende dar una panorámica de los acabados superficiales, para que diferentes profesionales y en especial los diseñadores industriales los tengan en cuenta, dada su gran importancia dentro del proceso proyectual y realicen la escogencia adecuada según las necesidades de sus productos de diseño.

Otro objetivo lo constituye el establecer y dar a conocer algunas clasificaciones que de los acabados superficiales se han elaborado. Por último se darán a conocer algunas técnicas de control de calidad de los acabados superficiales que se deben saber.

3.- Metodología

Para el desarrollo de la presente investigación se siguió un proceso metodológico de estudio y análisis del estado del arte referido a los acabados superficiales actuales, con el fin de exponer todos los aspectos técnicos relevantes que deberán ser considerados por cualquier profesional al momento de seleccionar un acabado superficial para los productos de diseño.

4.- Resultados y discusión

Luego del análisis del estado del arte se comprobó en la revisión bibliográfica hecha que no existía alguna clasificación que permitiera tener una visión general de los mismos. Es por ello que se consideró importante realizar una caracterización de los diferentes acabados superficiales, susceptibles de ser empleados sobre los distintos materiales

Primeramente se presenta la Tabla 1, en la cual se observa que se plantea la existencia de acabados superficiales en, prácticamente, todos los materiales que disponemos tanto naturales como los creados por el hombre. Los papeles y cartones al ser derivados de la madera natural no aparecen en la lista. En la sección izquierda se situaron los tipos de acabados superficiales más comunes.

Es así que, se plantea la existencia de varios tipos de acabados superficiales según se expone en la Tabla 1, además se expone sobre qué tipos de materiales pueden ser aplicados.

Obsérvese como a medida que se baja en la tabla, se van haciendo cada vez más complejos los procesos hasta llegar a la utilización de las cerámicas de ingeniería que van teniendo cada vez mayor uso en cosmonáutica y automatización.

MATERIAL BASE	I MADERAS	II MATERIALES METALICOS	III ALEACIONES METALICAS	IV PLASTICOS	V CERAMICAS NATURALES	VI CERAMICAS DE INGENIERIA	VII CUEROS	VIII TEXTILES
TRATAMIENTO SUPERFICIAL								
Desvaste	X	X	X	X	X	.	X	X
Lijado	X	X	X	X	X	.	.	.
Pulido	X	X	X	X	X	X	X	.
Bruñido	X	X	X	X	.	X	.	.
Arenado	.	X	X	.	.	.	.	.
Satinado	.	X	X	X	X	.	.	.
Pulido (químico)	.	X	X	.	.	.	.	.
Pulido (eléctro.)	.	X	X	.	.	X	.	.
Laqueado	X	X	X	X	X	.	.	.
Barnizado	X	.	.	.	X	.	.	.
Asfaltado	X	X	X	.	.	.	.	.
Resinas Poliméricas	X	X	X	X	.	.	.	.
Pinturas	X	X	X	X	X	.	.	.
Tefido	X	.	.	.	.	.	X	X
Vidriado (esmalado)	.	X	X	.	X	.	.	.
Aplicación de recubrimientos de Metales y de Aleaciones	X	X	X*	X	.	.	X	X
Oxidado químico y eletroq.	.	X	X*	.	.	.	.	.
Aplicación de sales químicas	.	X	X*	.	.	.	.	.
Aplicación de Cerámicas de Ingeniería	.	.	X	.	.	X	.	.

. No

x Si

* Excepto acero inoxidable

Tabla 1 - Tipos de materiales vs. Tipos de acabados.

Seguidamente se presenta en la Figura 1, una propuesta de clasificación de los diferentes tipos de acabados superficiales, pero ya no sobre los diferentes tipos de materiales sino considerando la naturaleza de los mismos, es decir: físico-química, orgánica e inorgánica. En este caso, se concluye que habrán acabados superficiales por eliminación de material base y otros por incorporación o formación de diferentes sustancias tales como: metales, aleaciones, óxidos, sales, entre otros.

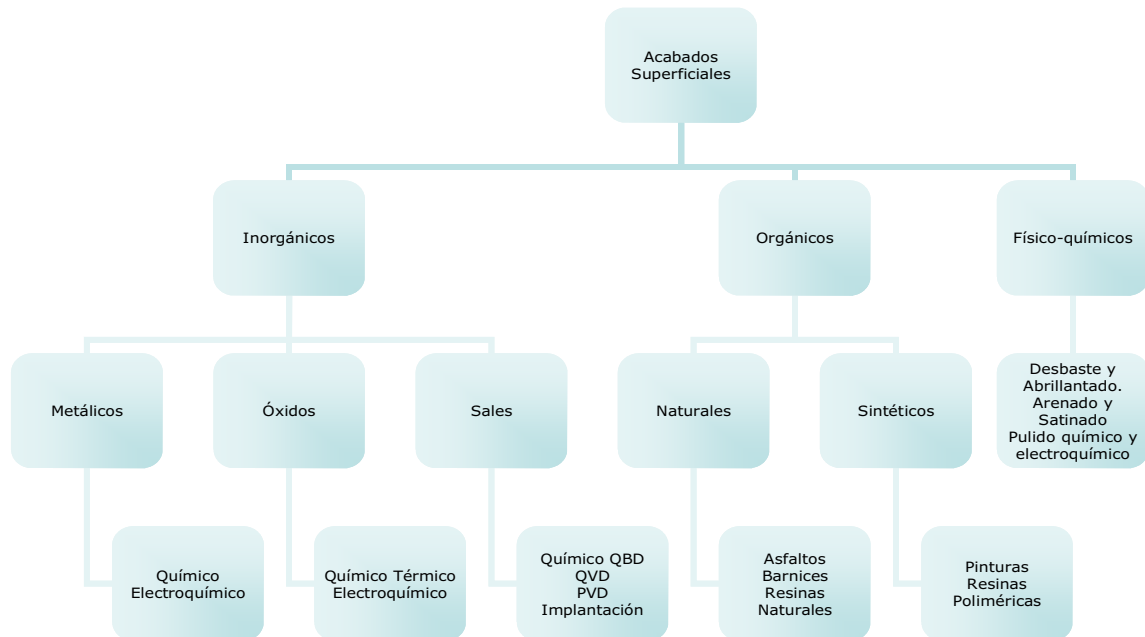


Fig.1 - Clasificación de los acabados superficiales. Fuente: elaboración propia

Cabe destacar que, en ocasiones, los procesos de acabados físico-químicos, no son los finales sino que se realizan como paso previo a la aplicación de los acabados orgánicos e inorgánicos.

4.1 Acabados Físico-Químicos

En general, los acabados físico-químicos, son procesos para corregir y alisar, así como, para dar apariencia estética a las superficies de los materiales duros como los metálicos y cerámicos, además de algunos plásticos y maderas duras. Se les llama también de "preparación mecánica superficial" porque permiten un alto grado de calidad de la superficie para recibir otros materiales con buena adherencia, mayor resistencia a la corrosión y aspecto cosmético. Los tipos principales de acabado físico-químico son: desbaste, pulido, abrillantado (bruñido), arenado, satinado y pulido químico o electroquímico según se observa en la Figura 1.

En los cinco primeros casos se emplean los llamados materiales abrasivos, que son sustancias duras naturales o artificiales capaces de arrancar, desbastar y pulir una superficie. Los abrasivos son empleados en forma de granos y aglomerados. Dentro de los naturales están el diamante, corindón, caolín, cuarzo (arena o vidrio) y entre los artificiales están el electrocorindón, limallas de acero, carburo de silicio, entre otros, Figura 2.



Figura 2. Tipos y formas de los abrasivos.

Dependiendo del acabado deseado se utilizan materiales más o menos duros lo cual es propiedad de cada material abrasivo así como la granulometría a emplear. Para el desbaste se emplean abrasivos de gran dureza y alta granulometría. Sin embargo, para el bruñido o abrillantado se emplean granos menos duros y bien pequeños impregnados en trapos, paños y fieltros. La siguiente secuencia de Figuras nos permite ver bajo qué forma industrial se nos presentan los abrasivos y herramientas para el desbaste, pulido y bruñido, Figuras 3 a 8.



Figura 3. Cepillo de alambre de acero para desbaste.



Figura 4. Ruedas de abrasivo para uso con motor eléctrico



Figura 5. Otros tipos de cepillo para desbaste.



Figura 6. Diferentes tipos de ruedas abrasivas para desbaste.



Figura 7. Distintos tipos de abrasivos para pulido, impregnados en papel.

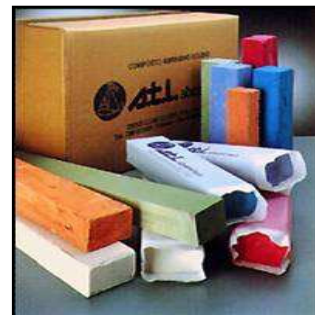


Figura 8. Abrasivos con aglutinante (pastas) para bruñido.

Como se puede apreciar, estos materiales abrasivos se encuentran compactados o aglutinados en soportes rígidos, papeles y pastas los cuales llevan especificados el tipo de material abrasivo y la granulometría. Para piezas pequeñas y en grandes cantidades se emplean los bombos rotatorios en los que se introducen simultáneamente las piezas a pulir y el abrasivo.

Estos procesos hasta ahora estudiados, necesitan de algunos equipos auxiliares, los cuales se muestran a continuación: el brillómetro, Figura 9, que como su nombre lo indica se emplea para determinar la magnitud del brillo que está directamente relacionado con la capacidad de la superficie para reflejar la luz; y el rugosímetro, Figura 10, que nos permite obtener los perfilogramas donde se puede apreciar la magnitud de las rugosidades en aquellas superficies de baja reflectividad.



Figura 9. Brillómetro



Figura 10. Rugosímetro

Existen otros procesos físicos como el arenado y el satinado. Las Figuras 11 y 12 nos muestran los equipos para el clásico proceso de sand-blasting, el cual consiste en hacer incidir un chorro de arena a gran velocidad sobre una superficie generalmente metálica con el fin de eliminar grandes irregularidades de la superficie o costras de óxido y pequeños animales muy típicos de las grandes embarcaciones. Lo peculiar de este acabado superficial es que no se alcanza brillo sobre la superficie.



Figura 11. Máquina para sand-blasting (arenado) de piezas pequeñas



Figura 12. Arenado del casco de un barco de gran calado

En el caso del satinado se produce un doble efecto, ya que sobre una superficie generalmente metálica se realiza un proceso de arenado de bajo impacto, es decir, caída libre o gravitacional, después que se ha realizado un abrillantado o bruñido.

Para concluir con los acabados físico-químicos se exponen ahora los procesos químicos y electroquímicos de eliminación de material superficial. Estos procesos son conocidos como pulido químico y pulido electroquímico Julve, (1963). En el primer caso actúan solo reactivos o sustancias químicas, las cuales reaccionan con las partes más sobresalientes de las superficies, generalmente metálicas, y forman compuestos insolubles que quedan bloqueando las partes más profundas de la pieza, no permitiendo el contacto con las sustancias químicas, de estas zonas. Aquellas partes sobresalientes seguirán reaccionando con los reactivos hasta su casi total allanamiento, Figura 14.

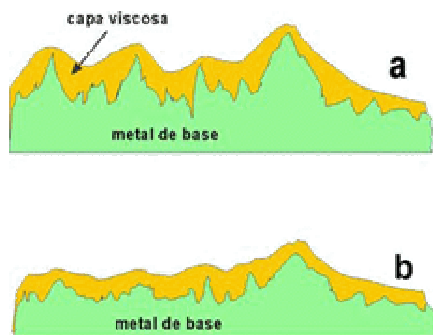


Figura 14. Acción de los reactivos químicos durante el pulido.

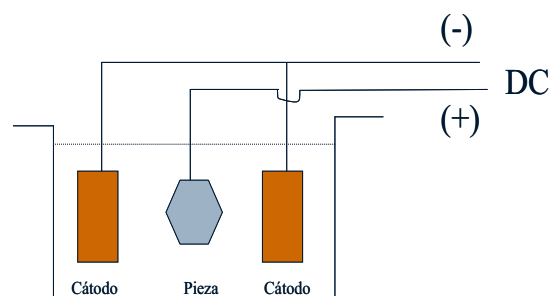


Fig. 15 - Esquema del electropulido.

Si a este proceso se le incorpora una fuente de corriente directa y específicamente el ánodo es conectado a la pieza, entonces por un proceso de disolución selectiva en los picos se alcanza una mayor velocidad de disolución denominándose entonces a este proceso “electropulido”, Figura 15.

Una vista microscópica de una superficie electropulida la podemos apreciar en la Figura 16, donde vemos la diferencia entre la superficie sin electropulir y la electropulida. Este procedimiento permite además culminar con una notable asepsia por lo que será recomendado en instrumental quirúrgico, útiles de cocina, etc.

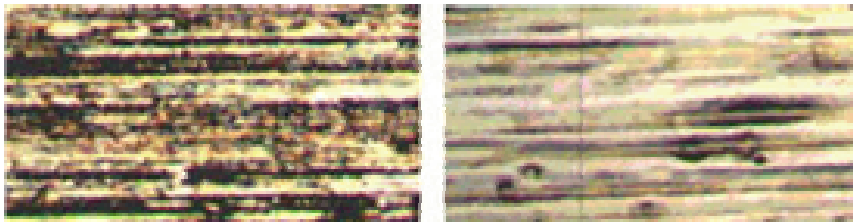


Figura 16. Superficies antes y después del electropulido.

4.2 Acabados *superficiales orgánicos*

Esta sección dentro de la clasificación general mostrada en la Figura 1, como su nombre indica, refiere la existencia de acabados superficiales de naturaleza orgánica destacándose la utilización de sustancias ya existentes en la naturaleza y otras que el hombre ha llegado a sintetizar.

Es así que dentro de los objetivos o fines mas relevantes de estos acabados está el de la protección contra la corrosión (Nerey, 2002b) , y la preservación de las cualidades de los artículos mediante el aislamiento físico del medio ambiente. Es de señalar que estos acabados superficiales son los mas débiles en cuanto a dureza, aunque desde el punto de vista de la impermeabilidad son los mas eficientes.

Por eso vemos que los gasoductos, oleoductos y otros sistemas soterrados llevan capas de asfalto, resinas sintéticas, pinturas, etc. Los materiales cerámicos y metálicos de nuestras casas, edificios y estructuras son recubiertas actualmente con pinturas de tipo poliméricas. También hemos podido observar la utilización de sustancias plásticas en la preservación y mejoramiento del aspecto externo de los múltiples tipos de maderas tanto naturales como artificiales con las que actualmente se fabrican productos industriales. Por su relevancia mencionamos la denominada MDF (medium density foil) con diferentes tipos de chapas poliméricas como melamina y fórmica. También la LDF (low density foil) con chapillas de madera natural de alta densidad.

4.3 Acabados *superficiales inorgánicos*

Se caracteriza en este grupo a aquellos acabados superficiales cuya composición química se refiere fundamentalmente a materiales de naturaleza inorgánica, destacándose como señalamos en la Figura 1 los materiales metálicos, los óxidos y las sales.

En este tipo de acabados superficiales se pueden emplear o no la electricidad para llevar a cabo las deposiciones; el material base generalmente participa en la formación de los compuestos finales del acabado; el calor como agente energético puede ser o no empleado y también los procesos de implantación, realmente violentos en los casos de materiales cerámicos se van haciendo cada vez mas usuales.

4.4 Metales y aleaciones

se tienen primeramente los acabados superficiales con materiales metálicos: Por la vía de reacciones químicas en las que se liberan elementos metálicos y que se depositan posteriormente sobre los materiales base están el cobre, el níquel y la plata. El ejemplo mas palpable de un acabado de plata sobre material cerámico lo constituyen los espejos donde cada mañana vemos reflejada nuestra imagen; también la plata sobre materiales plásticos constituyen la base para la impresión del papel moneda en la actualidad. El uso de la corriente eléctrica da lugar a una mayor variedad de metales a depositar pero, como lo sugiere el método, deberá ser utilizada en aquellos materiales que presentan conducción eléctrica, por lo que sobre plásticos, cueros, cerámicos y otros no conductores habrá primero que crear las condiciones de conducción mediante capas de materiales metálicos por vía química, Figura 17. En ella se muestra al plástico ABS con una capa de níquel electroquímico sobre una capa previa de cobre químico.

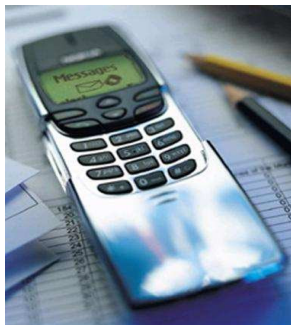


Figura 17. Plástico ABS con acabado de cobre químico-níquel electroquímico.



Figura 18. Cinc electroquímico sobre elementos de fijación.

Entre los metales depositados por vía electroquímica se encuentra el cinc, Figura 18. el cual le confiere una alta resistencia a las piezas cincadas contra la corrosión Julve, (1963). Un caso típico de acabado superficial multimetálico es el recubrimiento de cobre-níquel-cromo, también electroquímico y el cual se le denomina comúnmente cromo decorativo, Figura 19.

Según Massuet (1987), también puede ser utilizado el cromo solo, en forma de gruesas capas denominado cromo duro con el objetivo de recuperar dimensiones en piezas que han sufrido desgaste y con lo cual puede ser alargado su período de vida útil, Figura 20.



Figura 19. Cromo decorativo en muebles



Figura 20. Cigüeñal recuperado mediante cromo duro

Como casos netamente decorativos se pueden señalar el dorado de medallas con oro electroquímico y el plateado con plata electroquímica, Figuras 21 y 22.



Fig.21 - Medallas doradas, plateadas y bronceadas.



Fig.22 - Candelabros plateados.

Casos particulares de deposición electroquímica son las aleaciones de bronce (cobre y estaño), vista junto con las medallas doradas y plateadas en la Figura 21 y el latón (cobre y cinc), que se utiliza en conectores y terminales eléctricos. Otro caso es la aplicación de metales como acabado superficial, bien manillas sea como vía de anclaje a las pinturas o como acabado final, utilizando la inmersión del objeto en el metal fundido es el clásico cinc galvanizado, tan conocido su uso en láminas de hierro, en las torres de alta tensión, en conductores para aguas blancas, y hasta en carrocerías de automóviles cuyo proceso de pintado posterior se verá altamente favorecido, Puig (1989) y Lapolski, (1972).

4.5 Óxidos

Los óxidos como acabado superficial son también obtenidos por tres vías fundamentales: La térmica, cuando calentamos los objetos y piezas en presencia de oxígeno con lo que se acelera la formación de diferentes tipos de óxidos simultáneamente. Regulando la temperatura y el tiempo se alcanzan diferentes tonalidades que tienen relación directa con la morfología de los granos de óxido y su sistema de cristalización. Los aceros inoxidables son los que dan mayor variedad de tonalidades. Otra de las vías de obtención de óxidos es el uso de reactivos químicos y permite, junto con la temperatura obtener sobre el hierro la denominada capa de pavón, que es una mezcla de óxido ferroso y óxido férrico. A este proceso se le llama pavonado. Las Figuras 23 y 24 dan muestra del uso mas generalizado del pavón destacándose las armas de fuego y las manillas y uniones en maquinarias industriales, donde es necesario proteger al hierro o acero del sudor de las manos durante la manipulación de las mismas. La protección contra la corrosión de este tipo de acabado superficial es incuestionable.

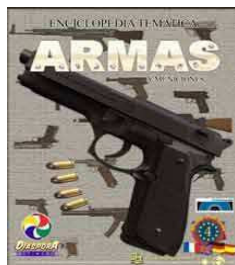


Figura 23. Uso del pavón en armas de fuego



Fig.2 4- Uso del pavón en manillas y piezas de maquinarias industriales.

Por último, los óxidos son obtenidos mediante la intervención de la corriente eléctrica y los reactivos químicos necesarios. Así surge el “electrocorindón”, el cual no es más que alúmina obtenida bajo condiciones controladas y cuya dureza quedó exaltada cuando mencionamos los materiales abrasivos. Este óxido artificial, mucho mas estable que el formado durante la reacción ambiental del oxígeno con el aluminio, permite al material base resistir la acción de agentes agresivos por tiempos relativamente largos, lo cual lo hacen ideal para aplicarlo a perfiles, láminas, vigas, estructuras,etc., aún en condiciones ambientales tan severas como las atmósferas marinas.

Este es el denominado proceso de anodizado de aluminio, ya que la pieza debe ser el ánodo cuando se hace pasar la corriente eléctrica por el circuito. Este óxido recién formado permite su coloreado ya que los poros pueden retener sustancias que le transmitirán la belleza de los colores tal y como se muestra en las Figs. 25,26 y 27.



Fig.25 - Diferentes piezas anodizadas y coloreadas.



Fig.26 - Picaporte anodizado y coloreado



Fig.27 - Mosquetón anodizado.

Se debe destacar el hecho de que todos estos acabados superficiales del tipo óxido, requieren de la participación del material base para la formación del óxido correspondiente, por lo que su separación o desprendimiento resultan imposibles.

4.6 Sales

Por último se presenta a los acabados superficiales en los que el material utilizado como producto final es del tipo “sal”. El caso mas común es el fosfatado. Como su nombre lo indica, una inmersión en caliente con ácido fosfórico y cinc en polvo, de piezas y objetos de hierro permiten obtener una sal doble de hierro y cinc, la cual por sus características de formar parte del material base y crear una red o enrejado cristalino ideal para retener pinturas y resinas, se le utiliza en gran medida en la industria automovilística, Figura 28. También se le emplea en la industria de herramientas mecánicas.



Figura.28. Carrocería moderna con fosfatado base.

En este grupo se encuentran las denominadas sales cerámicas, las cuales por sus características especiales de dureza y bajo coeficiente de fricción se les utiliza como acabado superficial de las herramientas de acero rápido; Se obtienen en condiciones de plasma, utilizando metales como el titanio, molibdeno, wolframio, etc., en reacción con el nitrógeno de manera que el producto obtenido es el nitruro correspondiente.

Estas sales resultan implantadas sobre la superficie de las herramientas de corte, especialmente en el sector del filo, mediante un bombardeo y habiendo calentado a la herramienta previamente. De ahí su nombre de “implantación por proyección”.

Las herramientas así tratadas, logran alcanzar coeficientes de vida útil hasta de 28 con relación a la herramienta no tratada. Una muestra de estas herramientas la vemos en la Figura 29.



Figura 29. Muestra de herramientas con nitruro de titanio.

Existen equipos complementarios para el control de la calidad de los acabados superficiales sobre materiales metálicos (ferrosos) donde se manifiestan las propiedades de conducción eléctrica y magnetismo se emplean los llamados medidores de espesores que bien sea por vía física o electroquímica permiten determinar el espesor del recubrimiento aplicado.

5.- Conclusiones y recomendaciones

La caracterización de los acabados superficiales perite tener una visión general en forma organizada a nivel técnico-científico, además se constata que los acabados superficiales abarcan una considerable cantidad de procesos y materiales.

Cómo seleccionar el acabado superficial idóneo, qué consideraciones de uso, formales, estructurales, tecnológicas, entre otras. Estas interrogantes deben ser resueltas tanto por los estudiantes de diseño, industrial, como por los profesionales que ejercen la profesión actualmente, a la hora de proponer un acabado superficial para un producto a diseñar.

Este trabajo constituye un primer paso en la creación a corto plazo de un Taller-Laboratorio en la escuela de Diseño Industrial de la Universidad de Los Andes, Venezuela. Siendo el primero en el país, donde se aplicarán acabados superficiales a los distintos tipos de materiales con los cuales trabajan los diseñadores y que una vez puesto en funcionamiento permitirá el entrenamiento en la aplicación de los acabados de manera directa por parte de los alumnos y permitira prestar servicios de asesorías a la Pequeña y Mediana Industria del país. En el verano de este año se concluye la instalación de este taller que, a nuestro juicio, será el único de su tipo.

6.- Referencias

- Julve S, E. 1963. "Recubrimientos electrolíticos brillantes", *Ediciones CEDEL*, Barcelona.
- Lapolski, A.1972. "Kratkii spravochnic galvanotecnica", *Ediciones Machinoestroiencia*, Leningrado.
- Massuet Gran, V. 1987. "Cromado duro", *Editorial José Montesó*, Barcelona. España
- Nerey, L. 2002a. "Acabados superficiales electroquímicos en la industria", *Parque Tecnológico de Mérida*, Salpica. Mérida
- Nerey, L. 2002b. "Corrosión y protección industrial", *Parque Tecnológico de Mérida*, Salpica.
- Puig, L. 1989. "Tecnología general de la galvanotecnica" I y II, *Editorial Pueblo y Educación*, La Habana,

7.- Agradecimientos

Se agradece a la Escuela de Diseño Industrial de la Universidad de Los Andes por haber dado la oportunidad de construir y poner en funcionamiento con fines docentes el Taller-Laboratorio de Acabados Superficiales, único en su tipo en Venezuela.

8.- Correspondencia

Profesor Luis Manuel Nerey Carvajal
Facultad de Arquitectura y Diseño, Escuela de Diseño Industrial
Universidad de Los Andes
Mérida, Venezuela
Telf. ++58-274-2401902 Tele-fax ++58-274-2401932
nerey@cptm.ula.ve
lnereycarvajal@yahoo.com