

INOXIDABLE

ACERO



CEDINOX

Centro para la investigación
y desarrollo del
Acero inoxidable

ACERO INOXIDABLE

Es una publicación cuatrimestral de CEDINOX, Centro para la Investigación y Desarrollo del Acero Inoxidable. Santiago de Compostela nº 100, 4º 28035 Madrid
Tel: 398 52 31
Fax: 398 51 90

Asociados

ACERINOX

Fabricante de bobinas y chapas laminadas en frío y caliente de acero inoxidable. Santiago de Compostela nº 100 28035 Madrid
Tel: (91) 398 51 00
Fax: (91) 398 51 92

INOXFIL

Fabricante de alambre e hilo de acero inoxidable. Países Bajos, nº 11-15 08700 Igualada (Barcelona)
Tel: (93) 805 25 00
Fax: (93) 805 23 75

PERTINOX

Fabricante de tubería soldada en acero inoxidable. Avda. de Barcelona, nº 18 08970 San Juan Despí (Barcelona)
Tel: (93) 373 38 94
Fax: (93) 373 26 60

ROLDAN

Fabricante de barra, ángulos y alambres en acero inoxidable. Santiago de Compostela, nº 100 3º 28035 Madrid
Tel: (91) 398 52 57
Fax: (91) 398 51 93

ERAMET INTERNATIONAL

33 Av. du Maine Tour Maine Montparnasse 75755 Paris - Cedex 15
Tel: (33 1) 45 38 42 42
Fax: (33 1) 45 38 73 48

INCO EUROPE LTD

5th Floor, Windsor House 50, Victoria Street London SW1H 0XB
Tel: (44 71) 931 77 33
Fax: (44 71) 931 01 75

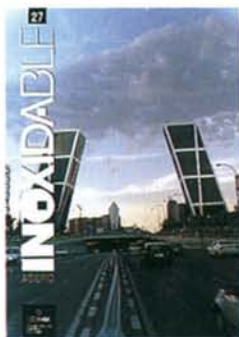
SAMANCOR LIMITED

88, Marshall Street / P.O. BOX 8186 Johannesburg 2001 / Johannesburg 2000 Sudáfrica
Tel: (27 11) 491 79 11
Fax: (27 11) 491 73 68

WMC Nickel Sales Corporation

Suite 970, P.O. BOX 76 1, First Canadian Place Toronto, Canadá M5X 1B1
Tel: (1 416) 366 01 32
Fax: (1 416) 366 66 44

Portada



INDICE

- **PUERTA DE EUROPA. Edificio singular en Acero Inoxidable 3**
- **Restauración con Acero Inoxidable: Iglesia de San Martín en Mota del Marqués 4**
- **Perfiles y Fijaciones en Acero Inoxidable 6**
- **TECNICA: Comportamiento en Termofluencia de los Aceros Inoxidables 7 a 10**
- **Vuelta a España en ultraligero 11**
- **Todo Terreno en Acero Inoxidable 11**
- **El Tejido Metálico en la construcción 12**
- **Acumuladores para captadores solares 12**
- **Maquinaria para teñir a alta temperatura 13**
- **Productos de limpieza para Acero Inoxidable 14**
- **Soluciones antidesgaste y anticorrosivas. Revestimientos extraduros 15**
- **Barra corrugada para el Palacio de Justicia de Guernika 16**

Centro de Información Tel: (91) 398 52 31

Los asociados y CEDINOX ofrecen gratuitamente su colaboración a toda persona que necesite información sobre las características, manipulación y aplicaciones del acero inoxidable. Autorizada la publicación de cualquier información, tanto parcial como total, citando la fuente.

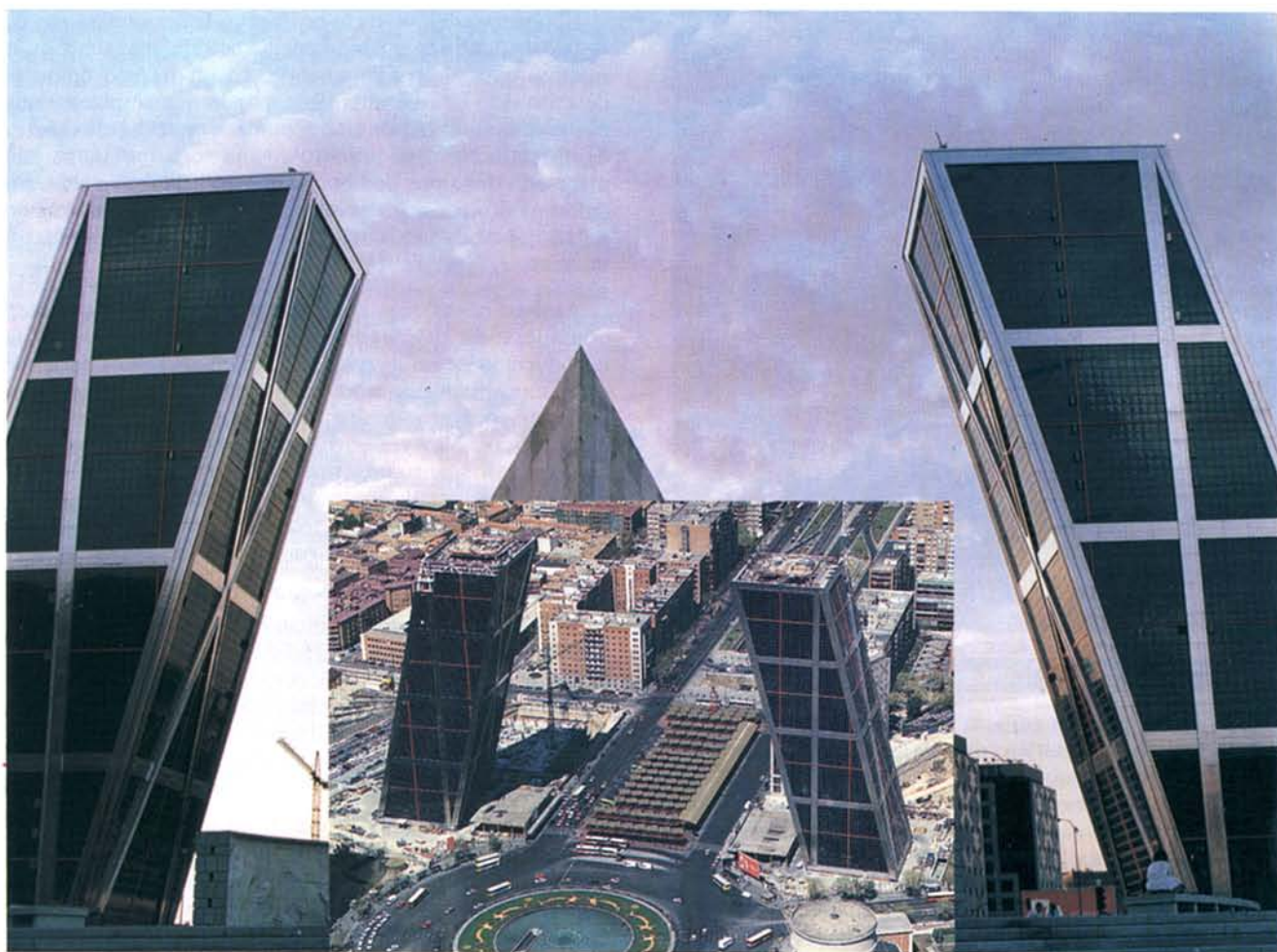
Editor: CEDINOX
Santiago de Compostela nº 100, 4º
28035 Madrid

Dtor.: Mariano Martín Domínguez

Diseño: Punto y Guión S.L.
Imprime: Sprint, S.L.
D.Legal: B 32.952 / - 1985

PUERTA DE EUROPA

Edificio singular en Acero Inoxidable.



Cuando uno se va acercando a Madrid por la N I, observa desde el kilómetro cuarenta, unas torres altas, muy altas, que nos dicen que allí está Madrid. A medida que avanzamos, vemos estas torres más nítidas y los reflejos que produce el sol sobre ellas, entonces apreciamos en toda su dimensión las torres diseñadas por los arquitectos norteamericanos John Burgee y Philip Johnson.

Las torres que han necesitado 127.500 metros cúbicos de hormigón, tienen una altura de 110 metros, y disponen de 60.000 metros cuadrados, que en un futuro próximo estarán habitados por numerosas sedes sociales de compañías tanto nacionales como multinacionales.

Las torres Puerta de Europa, están rematadas en todas las esquinas, así como en sus bandas horizontales e inclinadas por acero inoxidable, lo que da un aspecto de edificio moderno caracterizado por su inclinación.

Tienen una inclinación de 14,3 grados sobre la vertical, lo que produce una fuerte sensación, cuando uno se asoma a la calle.

Esperemos que estas torres de acero inoxidable, enclavadas en la zona Norte de Madrid, tengan tanta aceptación, como en su día la tuvo el famoso Faro de la Moncloa, también realizado en acero inoxidable, instalado hace ahora tres años en la zona Oeste de la ciudad.

RESTAURACIÓN CON ACERO INOXIDABLE

Iglesia de San Martín en Mota Del Marques

Por los arquitectos: **Leandro Cámara Muñoz y
Pablo Latorre González-Moro**



1.-La iglesia de San Martín. Descripción e historia.

La iglesia es un edificio de sillería de piedra caliza tomada con mortero de cal, de muros macizos, sin rellenos de calycanto en su interior, abovedada en su totalidad, y cubierta por una estructura de madera y tejado cerámico. Está compuesta por dos estructuras muy bien diferenciadas, tanto constructiva como históricamente: la iglesia original, formada por un gran aula o salón de tres naves en tres tramos cubiertos por bóvedas de tracería y rematada en ábside octogonal flanqueado por una sacristía al sur y una casa rectoral al norte, fue construida por el arquitecto Rodrigo Gil de Hontañón hacia mediados del siglo XVI, según el tipo entonces extendido de las llamadas iglesias salón; posteriormente, entre el final del siglo XVII y el primer tercio del XVIII, y en dos fases de obra también bien diferenciadas, se construyó la torre adosada en el lado oeste del salón original.

2.-Estado de la iglesia que motiva su restauración.

La iglesia presenta un estado de fisuración y deformaciones grave motivado por la confluencia de distintos factores y que podríamos explicar separando los fenómenos entre aquellos que por su condición de "simetría de daños" tienen su origen en la propia configuración de las fábricas y aquellos que por su condición "asimétrica" deben estar provocados por fallos en el entorno de las mismas, esto es en el suelo.

3.-Obras de restauración.

El objetivo del proyecto es intentar la inmovilización de la iglesia, tanto en cuanto hace a sus fábricas como en lo relativo al suelo. Obviamente, en un terreno como el descrito esto es casi imposible, por lo que se plantea que el movimiento, mínimo, se acompañe entre las dos partes de la estructura, el gran aula y la torre. Así, se han planteado dos tipos de obra de consolidación: un refuerzo del cimiento mediante pilotes de hormigón, y un armado de las fábricas para conferirles resistencia a momento y tracción.

Ambas obras son complementarias y se acometen considerando que han de colaborar, es decir que la introducción de refuerzos a flexión en los muros hará que estos transmitan este tipo de esfuerzos hasta el cimiento, que por lo tanto debe quedar atado mediante vigas centradoras. Viceversa, los anclajes de los cimientos nuevos a los antiguos provocan la concentración de tensiones de cortadura y momento torsor y flector en las fábricas, por lo que éstas requieren un armado especial para no desintegrarse en la zona afectada.

Para la ejecución de las obras se ha optado por dos técnicas fundamentales: el recalce se hace mediante pilotes convencionales de hormigón encepados y anclados lateralmente a la fábrica o corrugados según las zonas, embebidas en morteros de alta resistencia sin retracción en taladros efectuados en la sillería.

4.-Recalce del cimiento.

Calculada la dimensión y distribución de los pilotes de acuerdo con las tensiones admisibles en los distintos estratos del suelo, así como los encepados y vigas centradoras, se presenta el problema de la transmisión de los esfuerzos de la fábrica al encepado de los mismos.

Para resolverlo se han usado hasta tres sistemas distintos en función de las zonas: el pegado mediante resinas epoxídicas de dos componentes, dadas sobre la fábrica inmediatamente antes del hormigonado de las zapatas, que además de transmitir tangencialmente el esfuerzo tiene la virtud de aislar químicamente la piedra caliza de los hormigones e impedir así el aporte de sales solubles de éstos a aquella; el cajeado de la fábrica para introducir ménsulas cortas de hormigón en su interior - solución sólo factible en la torre, dotada de muros y cimientos de gran espesor -; y el anclaje mediante varillas de acero inoxidable.

Estas varillas, en número y sección variable según el cálculo, tienen por objeto conferir a la parte de muro que ha de absorber los ya dichos esfuerzos de torsión cortadura la suficiente resistencia mecánica.

El cálculo de la capacidad de los anclajes se basa en la determinación de tres variables, que en nuestro caso se ha efectuado mediante probetas hechas in situ y ensayadas en laboratorio de resistencia de materiales. Estos valores son los de adherencia mecánica entre el mortero y la piedra caliza, entre el mortero y la varilla de acero inoxidable, y entre éste y el hormigón del encepado. Además se determinó la resistencia mecánica a compresión flexión de la piedra caliza empleada.

Tanto para las pruebas como para los trabajos en obra se empleó un mortero libre de sales, muy fluido y de gran adherencia, sin retracción, especial para estos trabajos. **Para los anclajes se empleó acero inoxidable en varilla roscada o corrugada de doce milímetros de diámetro.**

Las varillas se anclan en la fábrica también de distintos modos en función del lugar y el trabajo mecánico a efectuar:

- En el recalce de los pilares interiores del aula, las varillas se introdujeron horizontales y radialmente, desde las distintas direcciones de acometida de las vigas centradoras hasta más allá del centro del pilar, proveyendo así una longitud de solape entre las de lados enfrentados. El trabajo de estas varillas consiste fundamentalmente en impedir el reventado del pilar en su base debido a las tracciones radiales que puede producir el encepado, así como el desgarro por rasante vertical entre el núcleo interior de la columna, apoyado sólo en el suelo natural, y el anillo exterior, sujeto por el encepado mediante la resina de contacto.
- En el de la torre, el más complejo de todos, se han efectuado cosidos de dos tipos diferentes: el inferior, al nivel de las zapatas de recalce, atraviesa los muros desde el interior hasta el exterior - aproximadamente tres metros de espesor -, con inclinaciones de cuarenta y cinco grados tanto en vertical como, en algunos casos, en horizontal - lo que da unas longitudes de cosido de hasta cinco metros y medio -. Hecha la perforación, la varilla se ancla en ella mediante el mortero ya mencionado, dejando en ambos lados una prolongación para ser embebida en los encepados.

De este modo se asegura la transmisión de esfuerzos entre el recalce del exterior, efectivamente apoyado en pilotes, y el enrejado de hormigón interior, sin pilotes, que no tiene otra función que acodalar los muros en la base de la torre para impedir su apertura o cierre. El cosido superior, no anclado al cimiento, se hace en distintas alturas y con distintos ángulos respecto a la horizontal la vertical y hasta unos cinco metros sobre el nivel del recalce, y tiene por objeto reforzar los muros de sillería para impedir que la transmisión de las cargas a través de las ménsulas empotradas en la base y de la adherencia lateral al encepado provoque, debido a su lejanía física al centro de las cargas, un momento torsor y un esfuerzo de cortadura que rompan la piedra. En este caso se trata de conseguir una fábrica armada, con resistencias a compresión, tracción, momento y cortante en todas las direcciones.

5.- Anclaje de placas de madera.

En la torre, y a las distintas alturas en que se encontraban los forjados de madera originales, se construye una serie de placas de madera de treinta centímetros de espesor,



macizas, hechas a base de tablones de gran sección colocados contrapeados siguiendo las direcciones de los lados de la torre cuadrada y de sus diagonales.

Estos forjados deben arriostrar las cuatro caras y esquinas de la torre para impedir que se sigan separando por efecto del asiento del suelo.

Para ello han de anclarse suficientemente a las fábricas para recibir de ellas los esfuerzos de tracción debidos a los posibles movimientos, lo que se consigue, mediante la introducción de varillas de acero inoxidable que se anclan por placas de acero normal y pernos a las vigas del forjado. Los anclajes se hacen con distintos ángulos de inclinación para asegurar la transmisión de tensiones en cualquier dirección.

-Nota sobre el uso de acero inoxidable en restauración.

Es una técnica de uso frecuente ya desde hace varios años el cosido de los muros con varillas de acero para darles resistencia a flexión y tracción. Sin embargo, la observación frecuente del resultado a medio o largo plazo de estos cosidos o de otras intervenciones - anclajes de carpinterías y elementos de cerrajería, llaves entre los sillares, etc. - ha permitido conocer el enorme daño de pueden llegar a hacer el acero normal y el hierro dulce al aumentar de volumen por la corrosión y mineralización del material. Este hinchamiento provoca la fractura de las piedras en las que se encuentra embebido el metal, con lo que no sólo se daña la fábrica sino que además el anclaje pierde toda la efectividad. En ambientes agresivos estos fenómenos son especialmente acusados y rápidos.

Para evitar este tipo de fenómenos, recientemente se ha generalizado el uso de acero inoxidable, que por su estabilidad química evita los fenómenos de corrosión y los daños aparejados. Además, la capacidad mecánica de estos aceros, muy superior a las de los aceros normales, hace que sea necesario el uso de menores cantidades de material y menores longitudes de armado, con lo que los daños en la fábrica también se minimizan. Es desde luego una solución, a corto plazo, más cara que la otra, pero los edificios históricos son un patrimonio delicado que debe ser mimado aun con mayores costes. Además, en algún caso ahora nos encontramos restaurando lo restaurado, con el consiguiente derroche de medios.

Contacto: EDOPSA
MARQUÉS DEL ARCO, 7
40.003 SEGOVIA
TEL.: (921) 46.06.95
FAX: (921) 46.06.97E

PERFILES EN ACERO INOXIDABLE

La tecnología del perfilado es una de las elaboraciones por deformación plástica en frío, cuyo destino final es la producción de perfiles para diversos elementos constructivos.

El perfilado consiste en hacer circular un fleje de anchura oportuna ó desarrollo, por una serie de cajas que contienen cada una un par de rodillos que producen una secuencia de plegado ó curvaturas progresivas, en torno a los ejes paralelos al sentido de laminación del fleje. Los plegados se realizan de tal modo que el perfilado al pasar de una caja a otra, mantenga siempre la concavidad hacia la parte superior para facilitar la lubricación.

En las fotografías adjuntas, podemos visualizar un perfil realizado en acero inoxidable AISI 304, pulido y su aplicación como cerramiento metálico, lo que otorga a este cerramiento, una excelente imagen estética, de limpieza y seguridad debido al material empleado.



Contacto: TALLERES DE "LA SALVE", S.A.
POLIGONO MOYORDIN, 28
48.480 ZARATAMO (VIZCAYA)
TEL.: (94) 671 23 13

FIJACIONES



La gran resistencia a la corrosión del acero inoxidable, ha desplazado a otros materiales, en las fijaciones de pequeños elementos, a otros de gran tamaño como podemos ver en unión de cables, papeleras ó señales de tráfico.

El acero inoxidable se comporta perfectamente frente a la agresión de la atmósfera, lo que permite que la fijación dure muchos años, sin alterarse.

INDUSTRIAS ROCANDIO, fabrica estas fijaciones

con el tipo de acero AISI 304, acabado pulido y en espesor de 0,7mm; los anchos de las fijaciones oscilan entre 9,5mm y 19mm.

Contacto: INDUSTRIAS ROCANDIO, S.L.
C/ CHONTA, 28
20600 EIBAR (GUIPÚZCOA)
TEL.: (943) 12 10 08



COMPORTAMIENTO EN TERMOFLUENCIA DE ACEROS INOXIDABLES

Segundo Barroso Herrero
Profesor Titular de "Metalotécnica". UNED

1.-INTRODUCCION

Es un hecho conocido que la resistencia mecánica de los materiales disminuye a medida que aumenta la temperatura a la que se encuentran. Puesto que la movilidad de los átomos aumenta con la temperatura, se ven afectados aquellos procesos de deformación que son controlados por difusión. Por otra parte la elevación de la temperatura favorece el desplazamiento de las dislocaciones facilitando el trepado de las mismas y la exposición prolongada a elevadas temperaturas afecta a la estabilidad estructural de los materiales, esto es, a la forma y tamaño de granos, subgranos, precipitados, segundas fases, etc.

Estas y otras muchas consideraciones que podríamos hacer nos llevan a la necesidad de conocer cómo evoluciona un material que se encuentra sometido a una cierta tensión, a una temperatura elevada y durante un tiempo muy prolongado. En esta situación tiene lugar el proceso denominado termofluencia.

En el proceso de termofluencia además de las variables que le dan carácter: tensión, temperatura y tiempo, están presentes, jugando un importante papel, las distintas características estructurales que confieren al material su estado de partida y que se verán muy afectadas durante el proceso.

En este trabajo se presenta la evolución microestructural que tiene lugar durante la termofluencia: formación de dislocaciones, subgranos y precipitados; así como la utilización de los datos experimentales: tensión, deformación y tiempo, en la posible extrapolación a tiempos mucho más elevados.

2.-ENSAYO DE FLUENCIA: CURVAS

La medida de alargamiento en los ensayos de termofluencia se realiza de forma continua mediante un transformador diferencial lineal (LVDT). Al variar la longitud de la probeta el núcleo magnético sensor del LVDT produce un desequilibrio en las bobinas detectoras que convenientemente amplificado produce un voltaje continuo que se registra en función del tiempo.

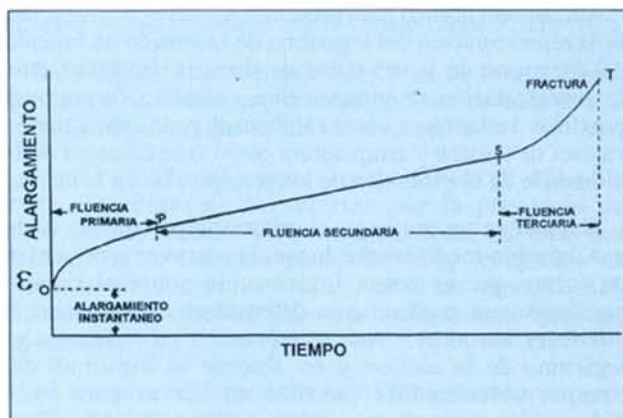


FIGURA 1

El comportamiento bajo termofluencia de los materiales puede presentarse directamente por medio de la curva de fluencia, en la que se representan gráficamente la relación entre el alargamiento que tiene lugar a lo largo del ensayo y el tiempo de duración del mismo. En la figura 1 se presenta la curva de fluencia.

El punto inferior de ordenada E_0 corresponde al alargamiento que experimenta la probeta cuando se efectúa su carga, o sea cuando se inicia el ensayo. A continuación se miden los valores de alargamiento que corresponde con cada parte de la curva: primaria, secundaria y terciaria.

En el tramo de fluencia primaria la velocidad de fluencia que es la pendiente de la curva $\dot{\epsilon} = \dot{\epsilon}(t)$ decrece de forma continua; en el de fluencia secundaria, la velocidad de fluencia permanece prácticamente constante indicando un estado casi estacionario por lo que recibe el nombre de fluencia estacionaria y en el de fluencia terciaria, la velocidad de fluencia aumenta continuamente hasta que tiene lugar la fractura.

Normalmente los ensayos tecnológicos de fluencia se realizan a carga constante. Hay que tener en cuenta que, al alargarse la probeta durante el ensayo, disminuye su sección transversal y en consecuencia, la tensión axial aumenta continuamente, lo que hace que la tensión aplicada sea variable con el tiempo, aumentando de forma progresiva.



Se ha desarrollado métodos para compensar las variaciones dimensionales a lo largo del ensayo de manera que se puede realizar bajo condiciones de tensión constante y no de carga constante.

Para comprender el proceso de fluencia se requiere establecer la función $\epsilon = \epsilon(t)$ y determinar la dependencia de esa función con la tensión y temperatura.

Un método normal para presentar los datos de fluencias, es la representación del logaritmo de la tensión en función del logaritmo de la velocidad de fluencia. En esta forma de representación se obtienen líneas rectas o curvas muy próximas a ellas que a veces cambian de pendiente a ciertos valores de tensión y temperatura como consecuencia de la influencia de la evolución de los precipitados en la matriz.

Cuando en un proyecto, el criterio importante es el de una duración relativamente breve, los datos se representan de forma que se tenga información sobre el tiempo necesario para producir una determinada deformación a diferentes tensiones. Así, se representa en ordenadas el logaritmo de la tensión y en abscisas el logaritmo del tiempo, obteniéndose familias de curvas para cada deformación, normalmente 0,1%; 0,2%; 0,5%; 1%; 2% y 5%. Como ejemplo, en la figura 2 se presentan los resultados obtenidos al ensayar bajo termofluencia un acero inoxidable, 18% Cr, 11% Ni. En esta representación se puede observar la influencia de la temperatura de ensayo, para cada una de las cargas aplicadas, sobre el tiempo de rotura.

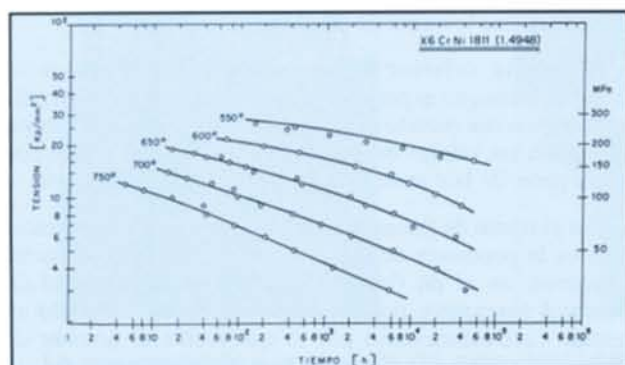


FIGURA 2

3.-ECUACION DE LA TERMOFLUENCIA

En la figura 3 se presentan los resultados de 20 ensayos de termofluencia realizados en un acero inoxidable. En ordenadas se ha representado el logaritmo neperiano de la velocidad de fluencia estacionaria ($\ln \dot{\epsilon}$) y en abscisas la inversa de la temperatura absoluta ($1/T$) multiplicado por diez elevado a cuatro.

La representación de los valores experimentales obtenidos, determina una familia de rectas, correspondiendo cada una de ellas a una de las tensiones empleadas en los ensayos realizados, 40...260 MPa. Este hecho, la existencia de rectas, refleja la dependencia lineal que existe entre la ordenada ($\ln \dot{\epsilon}$) y la abscisa ($10^4/T$) para cada valor de σ esto es:

$$\ln \dot{\epsilon} = A 10(4)/T + B$$

lo que está indicando una dependencia exponencial entre las velocidades de fluencia secundaria y la temperatura:

$$\dot{\epsilon} = b \exp \{ - A 10(4)/T \}$$

Esta ecuación nos demuestra que el proceso de fluencia es un fenómeno térmicamente activado. La constante A tiene relación directa con la energía de activación y la constante b incluye la influencia de la tensión aplicada en el ensayo.

Se puede generalizar la ecuación derivada de ensayos experimentales, basándose en la teoría de las fluctuaciones termodinámicas:

$$\dot{\epsilon} = Z(T, S, \sigma) \exp H(T, S)/RT$$

Esta generalización conceptual expresa implícitamente la dependencia de la tensión aplicada σ y de la energía de activación H, de la temperatura T y de la variable S. Esta variable engloba todos los posibles efectos que sobre la entropía configuracional tienen la microestructura de granos y subgranos, la distribución de fases precipitadas y dispersas, la densidad y distribución de dislocaciones, etc.

Aparece en la ecuación otra función, Z, que además de T y S depende de la frecuencia del proceso de fluencia.

En evidente que ésta ecuación requiere un notable esfuerzo experimental para determinar las funciones que engloba, lo que refleja la complejidad del proceso de termofluencia, incluso reducida a su fase lineal de fluencia secundaria o estacionaria.

4.-EVOLUCION MICROESTRUCTURAL DURANTE LA TERMOFLUENCIA

Durante el ensayo de termofluencia y como consecuencia de la tensión aplicada al material, se producen distorsiones en la red cristalina dando lugar a la formación de dislocaciones. A lo largo del ensayo las dislocaciones, como veremos, se encuentran en forma aislada, en forma de nudos más o menos entrecruzados (marañas de dislocaciones) o constituyendo bordes de subgranos.

COMPORTAMIENTO EN TERMOFLUENCIA

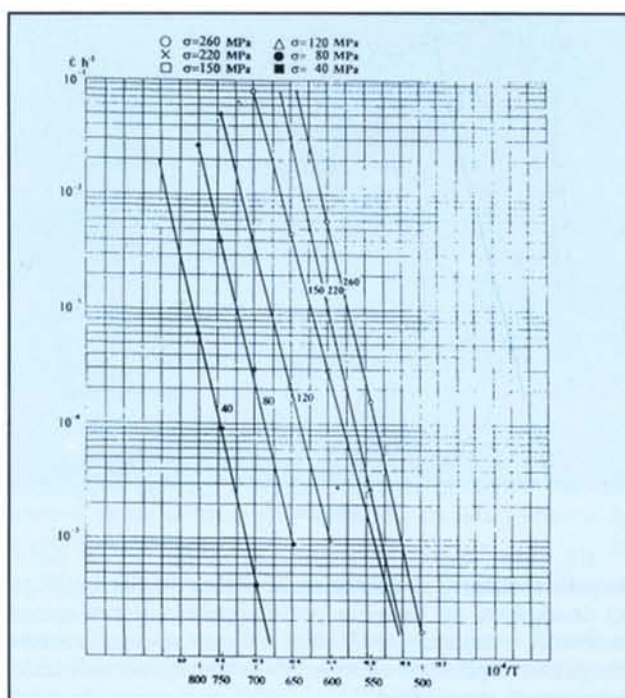


FIGURA 3

La tensión aplicada en el ensayo produce interacciones entre las dislocaciones y otras barreras, tales como partículas precipitadas o bordes de grano, lo que produce un endurecimiento del material.

Con el fin de observar la evolución de la microestructura durante el proceso de termofluencia, se han realizado una serie de ensayos con probetas pertenecientes a un mismo lote de un acero inoxidable austenítico tipo AISI 304. Los ensayos se han realizado a 650°C bajo carga de 110 MPa.

En la figura 4 se representa la curva de fluencia hasta la rotura y la microestructura característica de cada uno de los tres tramos en que se divide la fluencia.

En el inicio del proceso de fluencia (2h), la microestructura se caracteriza por la presencia de dislocaciones aisladas y con baja densidad, mientras que al final de la fluencia primaria (45h) se aprecia un considerable aumento de la densidad de dislocaciones, encontrándose sobre los planos de deslizamiento en forma de marañas.

Al iniciarse la etapa secundaria (75h), se observa como las dislocaciones se han agrupado en forma de celdas, cuyo interior se encuentra libre de dislocaciones, dando lugar a la formación de una estructura celular de dislocaciones.

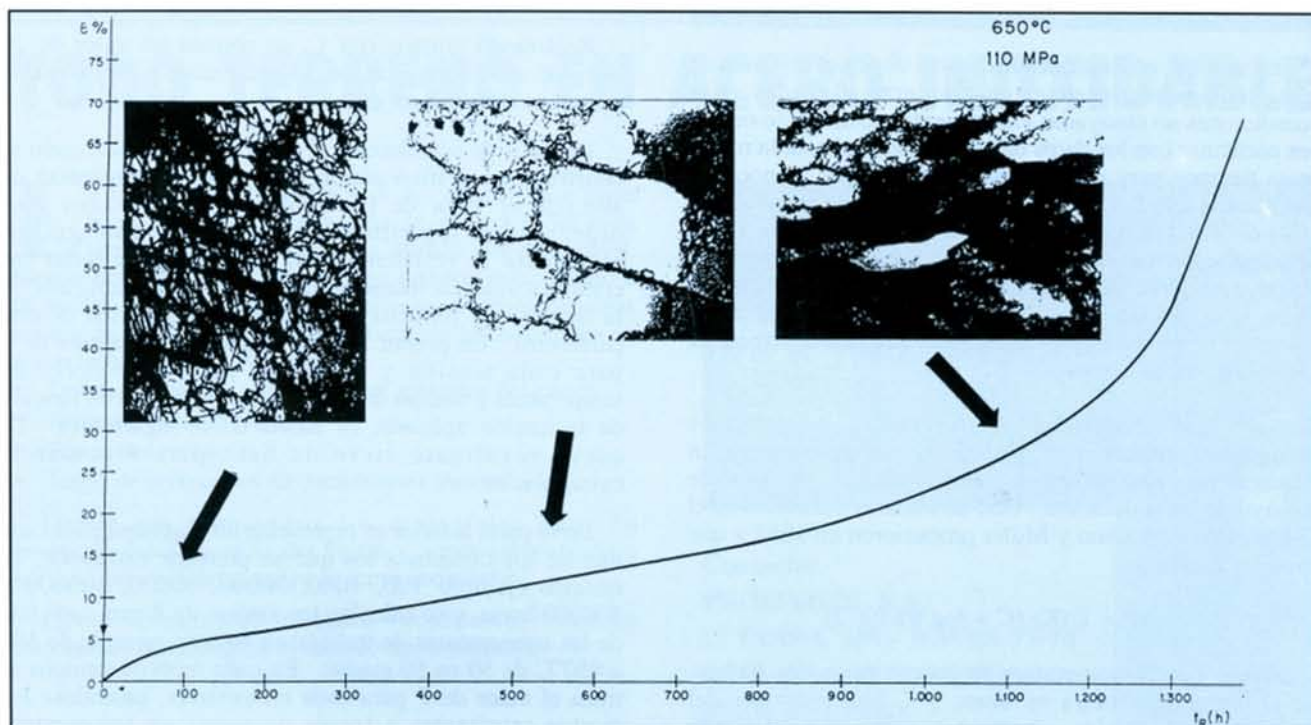


FIGURA 4

COMPORTAMIENTO EN TERMOFLUENCIA

Al aumentar el tiempo de ensayo (650h), se alcanza la parte final de la fluencia secundaria, en la que se han formado subgranos cuyo tamaño es similar al de las celdas de dislocaciones observadas en el inicio de esta etapa.

Los subgranos son la base de las microestructuras correspondientes a la fluencia terciaria, su tamaño decrece con el aumento del tiempo de ensayo y se orientan según la dirección del eje de sollicitación del ensayo, aumentando así mismo la densidad de dislocaciones intergranulares.

Se puede decir, resumiendo, que la primera etapa se caracteriza por el aumento progresivo de la densidad de dislocaciones, en la segunda se produce un ordenamiento en celdas y con posterioridad se forman los subgranos y en la tercera, todos los subgranos formados en la fase anterior reducen su volumen y alargan en la dirección del esfuerzo, que aumenta de forma muy considerable, como consecuencia de la reducción de área que se produce antes de la rotura. Las celdas son ordenaciones más o menos poligonales de marañas de dislocaciones que probablemente no cierran volumen, mientras que los subgranos constituyen volúmenes cerrados por paredes nítidas de 2 ó 3 espaciados atómicos de espesor.

5.-PREDICCIÓN DE LAS PROPIEDADES PARA TIEMPOS MUY ELEVADOS

En muchas ocasiones es necesario disponer de datos de resistencia mecánica a temperaturas elevadas para condiciones no ensayadas experimentalmente. Esto ocurre en particular con los datos de termofluencia hasta la rotura para tiempos muy prolongados. Por ejemplo, conocer la resistencia a la fluencia que produzca una deformación de 1% en 100.000h. La solución en estos casos es la extrapolación para un tiempo mayor de los datos existentes. Estas extrapolaciones solo son de confianza cuando se tiene la seguridad de que en la región extrapolada no se producen cambios estructurales que modifiquen la pendiente de las curvas.

Se han utilizado diversos parámetros tiempo-temperatura para predecir el comportamiento en fluencia para tiempos prolongados a partir de los datos de ensayo de corta duración. Uno de los más utilizados es el parámetro que Larson y Miller propusieron en 1952 y que tiene la forma:

$$P = T (K) (C + \log t_r) \cdot 10^{-3}$$

donde T es la temperatura de ensayo en grados Kelvin, t_r el tiempo de rotura en horas y C una constante del material con un valor comprendido entre 10 y 30 siendo 20 el más satisfactorio para la mayoría de las aleaciones.

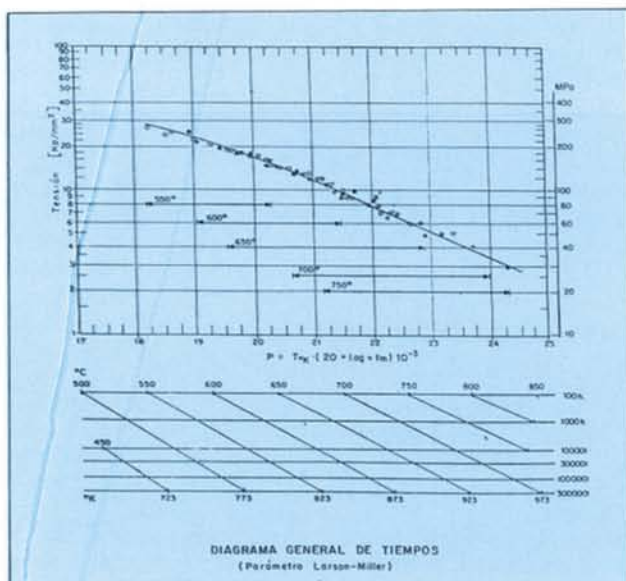


FIGURA 5

El valor de C se establece a partir de datos experimentales y su obtención se deriva del hecho de que el fenómeno de fluencia es un proceso térmicamente activado, resultando, al efectuar dos ensayos con la misma carga pero a diferentes temperaturas y en consecuencia dos tiempos de rotura, que:

$$C = T_2 \log t_2 - T_1 \log t_1 / T_2 - T_1$$

Realizando tanteos con C, se obtiene un valor de 20 como el más apropiado cuando se ensayan bajo fluencia aceros inoxidables.

Después de establecerse el valor de C más adecuado se construye un gráfico patrón en el que se representan en abscisas el valor de P obtenido en cada ensayo y en ordenadas el logaritmo de la tensión. Este gráfico representa la resistencia del material para todas las combinaciones de temperatura, tiempo y carga aplicada. En la figura 5, se presenta un ejemplo de utilización de este parámetro. En primer lugar se calculan los valores de P para cada tensión y diferentes pares de valores de temperatura y tiempo de rotura y se representan en función de la tensión aplicada, en escala doble logarítmica. La curva resultante sirve de base para efectuar la extrapolación.

En la parte inferior se representa un diagrama para cada uno de los tiempos a los que se pretende extrapolar, en nuestro ejemplo 100, 1000, 10000, 30000, 100000 y 300000 horas, y se calculan los valores de P para cada una de las temperaturas de trabajo, en nuestro ejemplo de 500 a 850°C de 50 en 50 grados. En cada recta de tiempos se traza el valor de P para cada temperatura, uniéndose los puntos resultantes a través de rectas de temperatura constante.

VUELTA A ESPAÑA EN ULTRALIGERO



El placer de la aventura es connatural al hombre, y pese a que la propia vida actual no deje de constituir, en cierto modo una temeraria y constante aventura, hay quien le sabe a poco y se procura dosis extras para mantenerse en plena forma.

Evidentemente, emprender una vuelta a España en ultraligero con un recorrido de más de 4.000 km. sin apoyos ni infraestructuras terrestres, es una aventura de cierta envergadura.

El ultraligero estaba especialmente preparado con su bancada en acero inoxidable, así como sus anclajes en las alas de acero inoxidable AISI 304 y espesor 1,5 mm., ó como los componentes del tren de aterrizaje también en tubos de acero inoxidable de AISI 304L, en dimensiones de 1,5 mm. de espesor y diámetro de 25 mm.

La preparación del ultraligero, la realizó Joan Pi, arquetipo del "Self-made-man", que con un gran éxito pilota su empresa de estampaciones metálicas en ACERO INOXIDABLE.

Contacto:

MATRIÇATS, S.L.
C/ PIRINEUS, 170 - POL. IND. DE CELRA
17.460 CELRA (GERONA)
TEL.: (972) 49 20 10
FAX: (972) 49 27 02

TODO TERRENO EN ACERO INOXIDABLE

La sociedad PROMYGES, S.A., apostó hace once años, por la especialización en el sector del todo terreno, dentro del amplio mundo del automóvil. Siendo hoy, PROMYGES, líder en nuestro país, debido a la multitud de referencias para el equipamiento de estos vehículos; entre las que cabe destacar de las realizadas en acero inoxidable, las siguientes:

- Defensa delantera "Big-Car" con protector del cárter.
- Juego de estribos laterales.
- Barras del techo.
- Juego de protectores de parachoques trasero.

Desde sus comienzos los materiales han ido evolucionando, pasando del hierro y acero galvanizado a los actuales, poliéster negro y acero inoxidable.

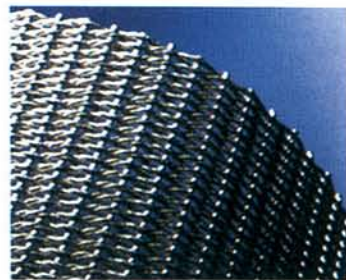
Como apreciamos el acero inoxidable, tiene su importante presencia en el mundo del automóvil.



Contacto:

PROMYGES, S.A.
C/ LUIS I, S/N - NAVES 73-74
POL. IND. DE VALLECAS
28.031 MADRID
TEL.: (91) 778 73 12

EL TEJIDO METALICO EN LA CONSTRUCCION



El alambre de acero inoxidable - la gran flexibilidad de este material - ha hecho que sea una continua fuente de inspiración en el desarrollo y utilización de nuevos productos. En la actualidad, los "tejidos metálicos" han evolucionado desde sus inicios en los diversos campos de la Ingeniería, cables en Aeronáutica, fabricación de automóviles, y tecnología de filtrado, hasta la construcción, donde su atractiva apariencia visual, que produce su propiedad de refracción de la luz, ha sido la principal razón por la que Dominique PERRAULT, lo adaptó para utilizarlo en la cubrición de paredes y techos [1.800 m²], en la recientemente inaugurada Biblioteca Nacional de Francia.

Su proceso de fabricación es tejiendo finos hilos de alambre de acero inoxidable, de hasta 0,02 mm., de forma similar a como se realizan los tejidos textiles.

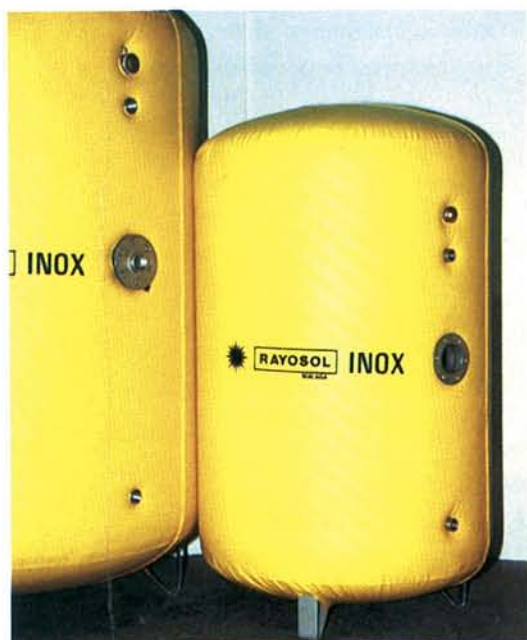
Esto permite unas posibilidades ilimitadas de diseño y estructuras de tejido.

Dependiendo del modelo y tamaño de alambre que se elija, se pueden crear multitud de superficies de estructuras diferenciadas y fascinantes.

El mismo proceso de entretejido provoca distorsiones en el alambre que puede afectar a las propiedades del reflejo de la luz, aumentando así el atractivo visual del tejido metálico.

Contacto: **FILTROS INDUSTRIALES, S.A.**
C/ PRIM, 59
08223 TERRASA (BARCELONA)
TEL.: (93) 786 18 61

ACUMULADORES PARA CAPTADORES SOLARES



Rayosol empresa pionera en España en la fabricación y comercialización de captadores solares térmicos, en su búsqueda constante por la mejora en la calidad de todos sus productos, ha incorporado la fabricación de depósitos acumuladores para agua caliente sanitaria en acero inoxidable.

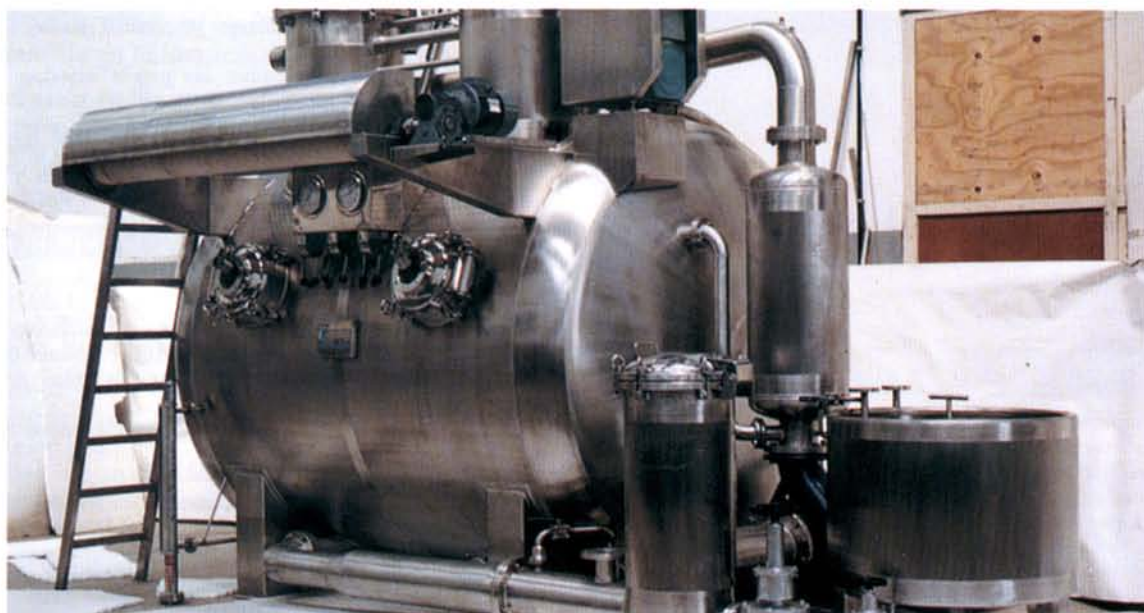
La calidad del acero es AISI 316 con embocaduras del mismo material, soldados mediante TIG (Tungsteno Inert Gas), aislados térmicamente, mediante espuma de poliuretano y acabados en skay o poliéster reforzado con fibra de vidrio (opcional).

Estos depósitos debido a su gran resistencia y durabilidad, están garantizados durante 5 años y son ideales para instalaciones solares, bomba de calor, calderas, etc.

La gama de volúmenes oscila desde 100 lts. hasta 3000 lts.

Contacto: **RAYOSOL, S.A.**
CTRA. CADIZ KM. 232,1
CARRIL DE CUETARA, S/N
29004 MALAGA
TEL.: (95) 223 84 23

MAQUINARIA PARA TEÑIR A ALTA TEMPERATURA



MCH es una empresa especializada en la construcción de maquinaria textil. Está situada en Martorell, (Baix Llobregat), cerca de Barcelona. MCH pertenece al grupo MOCHISA, entidad dedicada a la construcción, montaje y mantenimiento de plantas e instalaciones para la industria petro-química. Sector industrial donde el nivel de exigencia, tanto en calidad como en seguridad es muy alto. MCH asumió desde sus orígenes este estilo de fabricación y de servicio, ofreciendo a sus clientes unos productos de alta calidad constructiva, muy rentables con una gran capacidad de producción. Máquinas versátiles que vienen surtiendo el mercado textil mundial y que gracias al esfuerzo e ilusión del equipo humano de MCH han ido evolucionando tecnológicamente, hasta ocupar los primeros puestos del ranking mundial de este sector.

La materia base de estas máquinas en su mayor parte es acero inoxidable de calidad AISI 316L y que junto al material de aportación en los procedimientos de soldadura deben ser de la máxima calidad, debiendo presentar las casas proveedoras al recepcionar los materiales en fábrica los correspondientes certificados de composición y pasar rigurosos controles de calidad. Medidas imprescindibles al tratarse de materiales destinados a la construcción de máquinas autoclave que trabajan a elevada temperatura y presión interior y que contienen baños en circulación de alto poder corrosivo. Debemos hacer hincapié aquí en la

permanente preocupación de MCH por aminorar los efectos ecológicos de las aguas residuales de sus máquinas, las cuales, todas ellas están concebidas, para que dichos efectos sean los más bajos posibles.

Los Jets/Overflow de MCH son máquinas destinadas al lavado, blanqueo y teñido de tejido en forma de cuerda. Se fabrican con capacidades de 25, 50 200, 400, 600 y 800 kgs..Debido a la especial geometría de sus cestas interiores, fabricadas así mismo en inoxidables AISI 316L y pulidas a espejo, permiten procesar tejidos desde pesados a muy livianos y de las más diversas composiciones: algodón, poliéster, rayón, acetato, mezclas, lycra, micro fibra, etc..

Las máquinas de MCH son un ejemplo más de alto nivel tecnológico de la maquinaria textil española.

Contacto:

MCH., S.A. [GRUPO MOCHISA]

AVDA. CONDE DE LLOBREGAT, 50-54

08.760 MARTORELL

BARCELONA

TEL.: (93) 775 11 99

FAX. (93) 775 19 66

SOLUCIONES ANTIDESGASTES Y ANTICORROSIVAS REVESTIMIENTOS EXTRA DUROS

EL PROCEDIMIENTO CVD

La posibilidad de realizar recubrimientos de materiales extraduros, por reacción química en fase gaseosa CVD (Chemical Vapor Deposition) ha abierto nuevas posibilidades en la moderna tecnología de Tratamientos Superficiales. Mediante la tecnología CVD se hacen llegar partículas sólidas en fase gaseosa sobre las piezas a recubrir, que han sido calentadas y debidamente preparadas para que se produzca una reacción y la creación de recubrimientos densos, duros y uniformes de la mayor pureza, unidos metalúrgicamente con la base. Estos recubrimientos se caracterizan por su elevada resistencia al desgaste y al cizallamiento, así como a la corrosión.

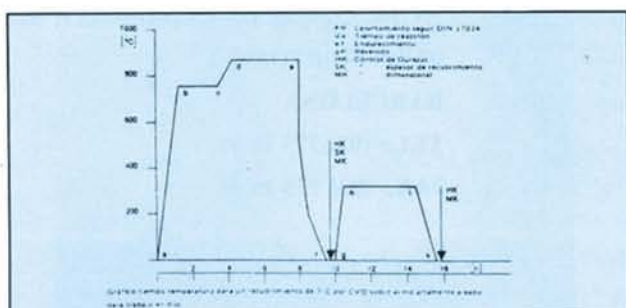
INTRODUCCION A LOS BLINDAJES DUROS

El comportamiento al roce y la vida de servicio de piezas sometidas a cargas de fricción, está determinado por sus superficies de trabajo. Aún bajo condiciones de lubricación desfavorables unas pocas micras de revestimientos duros, si están bien unidos a la base, pueden garantizar el comportamiento requerido en fricción y desgaste. Resultados entre buenos y muy buenos han sido logrados con recubrimientos extraduros de Carburos, Nitruros, Oxidos, Boruros, etc.. Resultados particularmente impresionantes se han obtenido con recubrimientos de Carburo de Titanio en piezas empleadas en estampación. También han sido empleados con éxito estos recubrimientos finos en otros campos de utilidades de elevadas prestaciones con el procedimiento CVD, los recubrimientos se aplican en capas sucesivas, mediante mezclas predeterminadas de gases que operan a bajo vacío sobre las piezas a recubrir, que se encuentran en el reactor a 900°C, la reacción química producida, genera una capa dura y densa, excepcionalmente bien unida al metal base.

Juntamente con la operación de recubrimiento, las piezas de acero de tratamiento son endurecidas en el reactor, para aumentar la resistencia de sustrato, siendo posteriormente templadas a la dureza deseada. la figura muestra el diagrama tiempo-temperatura de los blindajes duros, junto con el enfriamiento de los aceros y el tratamiento de temple.

MATERIALES BASE APTOS PARA SER BLINDADOS CVD

Los blindajes duros CVD pueden ser aplicados sobre numerosos aceros, como aceros altamente aleados para trabajo en frío, aceros con baja aleación, no aleados o moderadamente aleados, aceros para trabajo en caliente, aceros rápidos, **aceros inoxidables**, metal duro, stellites y ciertos materiales cerámicos como Alúmina y Silicio.



Para evitar gran parte de los cambios dimensionales en los materiales base, se recomienda que las piezas a recubrir CVD vayan con tolerancias estrechas.

Después de ser procesadas, las piezas muestran la misma microestructura que tenían antes del recubrimiento CVD. Para aceros de herramientas altamente aleados estos quiere decir que deben ser sometidos al procedimiento CVD en su última fase de acabado por mecanizado ya que una vez enfriados y templados volverán a su microestructura de origen.

PROPIEDADES DE LOS BLINDAJES DUROS CVD

Para la mayoría de las aplicaciones se recomienda un espesor máximo de 10 µm. Como consecuencia de su dureza y de su ventajoso comportamiento en fricción bajo condiciones severas, la resistencia real al desgaste de estos blindajes es tan alta que, a pesar de su espesor mínimo pueden lograrse vidas de servicio excepcionalmente elevadas.

La elasticidad de estas capas finas son radicalmente distintas de las de una pieza maciza del mismo material duro, como lo demuestran las pruebas de doblado.

Estas finas capas poseen un notable campo de deformación elástica, mientras que las piezas sólidas, debido a su fragilidad, se romperán con bajos niveles de deformación.

Materiales Duros	Microdureza Hv (50 G)	Densidad (g/cm³)	Color	Resistencia a la Oxidación (aire)	Otras Propiedades
Carburo de titanio TiC _{0.8} -TiC _{0.9}	3300-4000	4,92	Gris apagado metálico brillante	Oxidación a partir de -300°C	La mejor resistencia al desgaste a la temperatura ambiente, escasa tendencia a la unión por soldadura en frío con la mayor parte de los materiales de construcción. Efecto anticatalítico con relación a la descomposición de los lubricantes. Nitruro de titanio
Nitruro de titanio TiN _{0.8} -TiN	1900-2400	5,43	Amarillo oro	Resistente hasta -500°C	Buena conductividad eléctrica. Menor resistencia al desgaste que el TiC, pero mayor resistencia a la corrosión. Con el TiC forma cristales mixtos: carbonitruro de titanio (TiC _{0.8} N _{0.2})

CARACTERISTICAS DE LAS PIEZAS RECUBIERTAS CVD

Los blindajes duros forman con el material base un material compuesto, cada componente en este conjunto debe cumplir su función:

- * El sustrato debe absorber elásticamente los esfuerzos mecánicos y disipar el calor generado.
- * El blindaje duro debe garantizar las adecuadas características de roce y resistir al desgaste y corrosión.*La capa dura no deberá ser más gruesa de lo necesario, en la mayoría de los casos se lograrán los mejores rendimientos entre 5 y 8 (µm=10⁻⁶ metros).
- * El recubrimiento duro deberá ser depositado uniformemente en toda la superficie, debiendo alcanzar la misma capa incluso en orificios finos.

Todas estas características son ampliadas por el procedimiento CVD, que a una extraordinaria adherencia con una notablemente alta elasticidad y reproducibilidad. A causa de sus sobresalientes propiedades antiadhesivas en relación con varios materiales metálicos, actúan como materiales sólidos, rígidamente unidos a la base, poseedores de baja fricción, contribuyendo a la prevención del desgaste adhesivo, el temido fenómeno del gripaje.

CONTACTO:

WEAR

Telf.: 94 - 464 21 83

PRODUCTOS DE LIMPIEZA PARA ACERO INOXIDABLE

El Centro de Investigación y Ensayos de ACERINOX, ha realizado un estudio sobre cuatro productos de limpieza, con la finalidad de ver su comportamiento en la limpieza del acero inoxidable.

La descripción de los productos se indica brevemente:

A.: Aqua-Buff: recomendado para limpiar y abrillantar el acero inoxidable. Se aplica frotando ligeramente con un paño seco y puliendo después de dejarlo actuar uno o dos minutos.

B.: Aqua-X: recomendado como tratamiento anticorrosivo y protector de acumuladores. Se aplica mediante inmersión o brocha, dejando evaporar a continuación. En nuestro caso se aplicó mediante brocha.

C.: Aqua-25: recomendado para limpiar y desengrasar motores eléctricos. Se utiliza rociando la superficie, dejando estar dos o tres minutos y secando con aire comprimido. Se puede presentar en forma de líquido para aplicar con brocha o en forma de spray. En nuestro caso se dispuso de ambas modalidades utilizando solamente el spray durante la prueba, dado su más cómodo manejo.

D.: Aqua-Gleam: recomendado para limpiar y pulimentar metales. Se presenta en forma de aerosol, aplicando una pequeña cantidad que se distribuye por la superficie y se frota a continuación utilizando un paño seco.

Se eligieron tres tipos de acero inoxidable en probetas del tamaño 100 x 50 mm. y el mismo acabado.

TIPO ACERO		ACABADO	
AISI	ACX	AISI	ACX
304	ACX 120	2B	22
316	ACX 250	2B	22
430	ACX 500	2B	22

De cada uno de los tipos de acero se preparan doce probetas que se distribuyen como indica el **Croquis 1**.

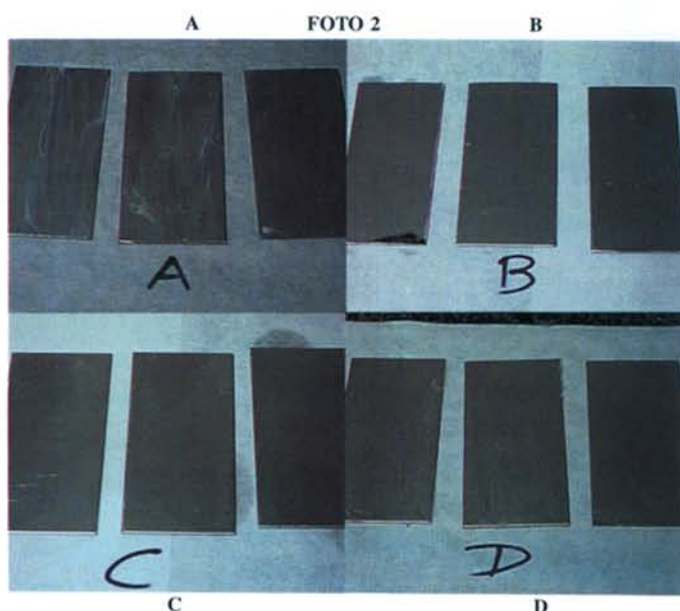
Las probetas antes de comenzar el ensayo, fueron desengrasadas con acetona y lavadas con agua y detergente neutro.

En el método de aplicación de los productos de limpieza, se han seguido las recomendaciones del fabricante.

En la fotografía 2, se muestran las probetas tras haberles aplicado el limpiador.

En la fotografía 3, se puede observar el aspecto que presentan las probetas después del ensayo.

Los resultados de la evaluación de estos productos, es que son aptos para las aplicaciones sobre aceros inoxidables, austeníticos y ferríticos, siempre que se utilicen en las condiciones indicadas por el fabricante.



CROQUIS 1		
500 - A - 1	250 - A - 1	120 - A - 1
500 - A - 2	250 - A - 2	120 - A - 2
500 - A - 3	250 - A - 3	120 - A - 3
500 - B - 1	250 - B - 1	120 - B - 1
500 - B - 2	250 - B - 2	120 - B - 2
500 - B - 3	250 - B - 3	120 - B - 3
500 - C - 1	250 - C - 1	120 - C - 1
500 - C - 2	250 - C - 2	120 - C - 2
500 - C - 3	250 - C - 3	120 - C - 3
500 - D - 1	250 - D - 1	120 - D - 1
500 - D - 2	250 - D - 2	120 - D - 2
500 - D - 3	250 - D - 3	120 - D - 3

Distribución de las probetas de ensayo
CLAVES DE IDENTIFICACION

- -
 Tipo de Acero - Limpiador - Probeta
 Tipo de Acero: 120, 250, 500.
 Limpiador : A, B, C, D. Probeta: 1, 2, 3.



FOTO 3: Probetas después del ensayo

CONTACTO: AQUA PLUS, S.A.
C/ ISLA DE JAVA, 12
28.034 MADRID
TEL.: (91) 358 07 12