

## **Propuesta de material termo-resistente Ac 25x1mφ de los servomotores de las centrales eléctricas de cuba para el emprendimiento tecnológico**

Bárbaro Yuniel Pedraza López, Universidad de Ciencias Pedagógicas “Enrique José Varona” Facultad: Ciencias Técnicas. Carrera: Educación Laboral-Informática

[barbaroypl@ucpejv.edu.cu](mailto:barbaroypl@ucpejv.edu.cu)

**Recibido enero 2018**

**Aprobado abril 2018**

---

### **RESUMEN**

El siguiente trabajo se realiza en los laboratorios de la UEB Empresa de Mantenimiento a Centrales Eléctricas y en los laboratorios del ISPJAE (CUJAE) en donde se realiza la metalografía, ensayo de tracción, ensayo de dureza, análisis de la composición química y el análisis de la termo fluencia del material termo-resistente 25X1MΦ para la fabricación de pistones de válvulas para los servomotores de las centrales eléctricas en cuba. Con el fin de tomar decisiones en el proceso de reparación su posterior comparación con el acero 20X1MΦTP. Este trabajo cumplió su objetivo pues se logró determinar cuáles podían ser los materiales Babbitt B-83 por medio de ensayos mecánicos y metalográficos, realizando además una comparación con la norma ASTM arrojando resultados satisfactorios en dicha comparación.

**Palabras Claves:** material, termoresistente, camisas, válvulas.

### **ABSTRACT**

Is the following work carried out in the laboratories of the UEB Company of Maintenance to Central Electric and in the laboratories of the ISPJAE (CUJAE) where is carried out the metalografía, traction rehearsal, rehearsal of hardness, analysis of the chemical composition and the analysis of the water heater fluencia of the water heater-resistant material 25X1M? for the production of pistons of valves for the servomotores of the electric power stations in vat. With the purpose of making decisions in the repair process their later comparison with the steel 20X1M? This work completed its objective because it was possible to determine which the material Babbitt could be B-83 by means of

mechanical rehearsals and metalográficos, also carrying out a comparison with the norm ASTM throwing satisfactory results in this comparison.

**Key words:** material, termoresistente, shirts, valves, servomotors.

## INTRODUCCIÓN

Nuestro país, después del triunfo de la Revolución Cubana, en enero de 1959, ha tenido como premisa rectora de su proceso revolucionario, las labores de mantenimiento y reparaciones en las centrales eléctricas, siendo esta antes del triunfo de la Revolución la sustentación en servicios foráneos, principalmente norteamericanos. Cuando se nacionalizaron las primeras industrias, el Estado cubano tomó el control sobre la industria eléctrica, por lo que se vio en la necesidad de desarrollar un intenso programa de capacitación técnica y reordenamiento de las funciones del organismo que se enfrentaría a las tareas asignadas para sostener el naciente sistema electro energético del país, debido a la suspensión de empresas norteamericanas especializadas y encargadas de dar mantenimiento a las centrales eléctricas, cuyas instalaciones atravesaban por una crítica etapa de desatención de las labores de mantenimiento debido a la falta de un organismo rector, de personal calificado y de una cultura tecnológica capaz de organizar y dirigir estas acciones. Por este motivo, surge la Empresa de Mantenimiento a Centrales Eléctricas.

Este proyecto se enmarca en la UEB “Emilio Ayala Molina”, Empresa Nacional de Mecánica entidad perteneciente a la EMCE del Ministerio de Energía y Minas (MINEM). Dicha empresa, ubicada en el municipio de Centro Habana es la encargada de ejecutar el mantenimiento, reparación, reconstrucción y modernización de los equipos principales (caldera, turbinas, motores, transformadores) de las Centrales Eléctricas del país, así como el aseguramiento de las piezas de repuesto necesarias.

El Término acero que corresponde a un gran número de aleaciones que contienen hierro, como componente principal, y pequeñas cantidades de carbono, como principal elemento de aleación. Estas aleaciones pueden llamarse con mayor propiedad aceros

al carbono, y representan más del 90% de la producción total de aceros en el mundo. También puede haber en los aceros pequeñas cantidades, generalmente del orden de unos puntos porcentuales, de otros elementos, como manganeso, silicio, cromo, molibdeno y níquel. Sin embargo, cuando aumenta el contenido de los aleantes agregados al hierro, éste adquiere propiedades especiales, y se emplean otras designaciones para la descripción de estas aleaciones. Por ejemplo, un mayor contenido de cromo, del orden de 12%, se agrega para producir el importante grupo de aleaciones conocidas como aceros inoxidables.

Los aceros presentan algunas características positivas entre los cuales se encuentran:

- Alta resistencia mecánica.

Los aceros son materiales con alta resistencia mecánica al someterlos a esfuerzos de tracción y compresión y lo soportan por la contribución química que tienen los aceros. Por medio de los ensayos de laboratorio se determina la resistencia a tracción y a compresión evaluando su límite elástico y el esfuerzo de rotura.

- Elasticidad: La elasticidad de los aceros es muy alta, en un ensayo de tracción del acero al estirarse antes de llegar a su límite elástico vuelve a su condición original.
- Soldabilidad: Es un material que se puede unir por medio de soldadura y gracias a esto se pueden componer una serie de estructuras con piezas rectas.
- Ductilidad: Los aceros tienen una alta capacidad para trabajarlos, doblarlos y torcerlos.
- Forjabilidad: Significa que al calentarse y al darle martillazos se les puede dar cualquier forma deseada.
- Trabajabilidad: Se pueden cortar y perforar a pesar de que es muy resistente y aun así siguen manteniendo su eficacia.

Características negativas de los aceros

- Oxidación: Los aceros tienen una alta capacidad de oxidarse si se exponen al aire y al agua simultáneamente y se puede producir corrosión del material si se trata de agua salina.

Transmisor de calor y electricidad: El acero es un alto transmisor de corriente y a su vez se debilita mucho a altas temperaturas, por lo que es preferible utilizar aceros al níquel o al aluminio o tratar de protegerlos haciendo ventilados y evitar hacer fábricas de combustible o plásticos con este tipo de material. Estas dos desventajas son manejables teniendo en cuenta la utilización de los materiales y el mantenimiento que se les dé a los mismos.

### **Control de calidad.**

El control de la calidad de los aceros en nuestro país se basa de dos ensayos:

Comprobación química: Esta se hace porque existen muchos tipos de acero y se exige a la empresa que los fabrica un comprobante de su composición química.

Una central termoeléctrica es una instalación empleada en la generación de energía eléctrica a partir de la energía liberada en forma de calor, normalmente mediante la combustión de combustibles fósiles como petróleo, gas natural o carbón. Este calor es empleado por un ciclo termodinámico convencional para mover un alternador y producir energía eléctrica, liberando dióxido de carbono a la atmósfera.

Existen muchos tipos diferentes de válvulas en el mundo, pero las válvulas manuales más típicamente utilizadas en sistemas de vapor son las de globo, bola, compuerta y mariposa.

Las válvulas se dividen en las siguientes categorías cuando son divididas por construcción y características:

- Si el elemento de cierre rota en la vía de circulación para detener el flujo, por ejemplo: válvula de bola, válvula de mariposa.
- Si el elemento de cierre actúa como un sello o tapón en la vía de circulación para detener el flujo, por ejemplo: válvula de globo.

- Si el elemento de cierre de la válvula es insertado en la vía de circulación para detener el flujo, por ejemplo: válvula de compuerta.
- Si la vía de circulación por sí misma es pinchada desde el exterior para detener el flujo, por ejemplo: válvula de diafragma.

Los cilindros (orificios o camias).

Es el recinto u orificio por donde se desplaza el pistón y, en su parte superior, forma parte de la cámara de combustión donde se comprime la mezcla de aire y nafta o solo el aire para el caso de los motores diésel.

La superficie interna del cilindro debe ser lo más lisa posible para lograr el mejor desplazamiento.

Los cilindros permiten el movimiento rectilíneo del pistón entre su punto muerto inferior hasta su punto muerto superior (PMI y PMS).

Se construye de materiales muy resistentes ya que deben soportar la fricción, las altas temperaturas y las explosiones constantes del combustible.

Se denominan aceros y súper aleaciones termo resistentes: a aquellos materiales aptos para sollicitaciones mecánicas en servicios a altas temperaturas (entre 260 a 1200°C) y que además poseen resistencia a la formación de cascarilla por oxidación a alta temperatura. Se utilizan en plantas químicas y petroquímicas, plantas generadoras de potencia, turbinas, etc. A fin de mantener la resistencia mecánica bajo estas condiciones, deben poseer microestructuras que se mantengan estables a las altas temperaturas de operación.

Dado que la principal fuente de energía de nuestro país es obtenida a través de las centrales eléctricas, se priorizan estas entidades en cuanto a recursos, materias primas y equipo de trabajo. A causa de la crisis económica que afecta al país se quiere comprobar si un material 25X1MΦ es intercambiable por un 20X1MΦTP, en un pistón que funciona en una termoeléctrica del país.

En la situación actual de la economía cubana, los costos ocasionados por la importación de materiales termo-resistentes son muy elevados. Esto obliga a buscar alternativas económicas más favorables a través de un producto que suple la escasez del pedido por el fabricante de la termoeléctrica.

### **Objetivo de la investigación:**

Determinar los materiales utilizados en la UEB “Emilio Ayala Molina” para la producción de las camisas para válvulas de los servomotores en las centrales eléctricas de nuestro país, que permita la sustitución del material 25X1MΦ.

### **Resultados:**

Se logró determinar los posibles materiales que pueden ser utilizados en la fabricación de las camisas para válvulas de los servomotores que se usan en las centrales eléctricas de nuestro país por medio de ensayos mecánicos y metalográficos.

## **DESARROLLO**

**Diagnóstico del material Ac 25x1mφ para la Fabricación de las Camisas para válvulas de los Servomotores de las Centrales Eléctricas de Cuba en la UEB Emilio Ayala Molina para el emprendimiento tecnológico.**

### **Ensayo de tracción axial:**

Este ensayo siempre se hace en obra de forma aleatoria a los aceros que se reciben. El objetivo de este ensayo es obtener en cualquier acero su límite de elasticidad y su esfuerzo de rotura para así se conoce la calidad del material y compararlo con los parámetros que se establecen para los aceros de buena calidad, también se obtiene el porcentaje de alargamiento el cual permite conocer la ductilidad del acero.

Equipos:

- Una prensa
- Un extensómetro

- Un vernier o calibrador.
- Una cinta metálica de medición.

**Procedimiento:** La muestra a ensayar se lleva al laboratorio, se mide con el vernier y se calcula su área, luego se determina la longitud que va a tener, normalmente si es A donde A es el área una barra se trabaja con 50 cm y si es un perfil L = 10 del perfil. Teniendo lista la muestra se coloca agarrada en los extremos por la prensa para proceder a aplicarle la carga. Al aplicarle la carga se anota toda la información que se va obteniendo en una tabla como la que se presenta a  $L/\Delta = \varepsilon$ (cm) continuación: N (kg) A ( $\text{cm}^2$ ) ( $\text{k}/\text{cm}^2$ )

A medida que se aplica la carga el extensómetro indica la deformación que se va produciendo y con esta información se obtienen las características mecánicas de la muestra. Para tener el porcentaje de alargamiento se marca centímetro a centímetro toda la barra antes de iniciar el proceso de tracción, para poder luego medir cuánto fue el alargamiento antes de partirse.

#### **Medición de Resultados:**

Zona elástica: es la zona donde al descargar la viga, esta vuelva a su forma original.

Zona plástica: se refiere a la zona donde al ocurrir la deformación de la viga y dejar de cargarla no vuelve a su posición original.

Estricción: ocurre cuando la viga se estrecha y allí tendremos el esfuerzo máximo de rotura. % Alargamiento =  $[(L_f - L_i) / L_i] 100\%$   $L_i = 20$  cm. Para la construcción solo se hace control de calidad para las Cabillas y los Perfiles Estructurales

Los aleantes que se utilizan para mejorar la resistencia a la termo fluencia y a la Oxidación a alta temperatura son fundamentalmente: Cr, Mo, Ni, W, Nb, V, Ti, Al y Si. El Cr, Al y Si forman óxidos refractarios densos y adherentes que resultan efectivos para bloquear la difusión de oxígeno y frenar el desarrollo del proceso de oxidación del material al formar  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  o  $\text{SiO}_2$ . El resto de los aleantes producen endurecimiento por solución sólida y por dispersión de finos carburos o precipitación de fases intermetálicas.

El efecto de los aleantes más importantes y sus rangos de composición se detallan a continuación:

- Cromo (Cr): 5 a 25%, previene la oxidación y la corrosión a elevada temperatura, forma carburos y endurece por solución sólida.
- Molibdeno (Mo) y Tungsteno (W): 0 a 12%, forman carburos y endurecen por solución sólida.
- Aluminio (Al): 0 a 6%, brinda resistencia a la oxidación y endurece por precipitación.
- Titanio (Ti): 0 a 6%, forma carburos y endurece por precipitación.
- Niobio (Nb): 0 a 5%, forma carburos y endurece por solución sólida y por precipitación.
- Manganeso (Mn): 0 a 1.6%, estabiliza la austenita y endurece por solución sólida y por carburos.
- Silicio (Si): 0 a 2.5%, previene la oxidación y la corrosión por sulfuros y endurece por solución sólida.

La mayoría de estos aceros se ubican dentro de las siguientes categorías: aceros al Carbono, aceros al Carbono-Molibdeno (C-Mo), aceros al Carbono-Cromo-Molibdeno (C-Cr-Mo) y aceros inoxidable (ferríticos, martensíticos y austeníticos).

También se encuentran las superaleaciones base Ni, base Fe-Ni y base Co. Los aceros más utilizados de estos tipos están cubiertos por las especificaciones de:

ASME (American Society of Mechanical Engineers), ASTM (American Society of Testing Materials), API (American Petroleum Institute).

### **Propiedades genéricas:**

Su densidad media es de 7850 kg/m<sup>3</sup>.

En función de la temperatura el acero se puede contraer, dilatar o fundir.

El punto de fusión del acero depende del tipo de aleación y los porcentajes de elementos aleantes. El de su componente principal, el hierro es de alrededor de 1510

°C en estado puro (sin alear), sin embargo, el acero presenta frecuentemente temperaturas de fusión de alrededor de 1375 °C, y en general la temperatura necesaria para la fusión aumenta a medida que se funde (excepto las aleaciones eutécticas que funden de golpe). Por otra parte, el acero rápido funde a 1650 °C. Su punto de ebullición es de alrededor de 3000 °C. Es un material muy tenaz, especialmente en alguna de las aleaciones usadas para fabricar herramientas. Relativamente dúctil. Con él se obtienen hilos delgados llamados alambres. Es maleable. Se pueden obtener láminas delgadas llamadas hojalata. La hojalata es una lámina de acero, de entre 0,5 y 0,12 mm de espesor, recubierta, generalmente de forma electrolítica, por estaño. Permite una buena mecanización en máquinas herramientas antes de recibir un tratamiento térmico. Algunas composiciones y formas del acero mantienen mayor memoria, y se deforman al sobrepasar su límite elástico. La dureza de los aceros varía entre la del hierro y la que se puede lograr mediante su aleación u otros procedimientos térmicos o químicos.

### **Diagrama de tensión-deformación del acero:**

Diagrama tensión-deformación de proyecto es el que se adopta como base de los cálculos, asociado en esta Instrucción a un nivel de confianza del 95 por 100. Diagrama característico tensión-deformación del acero en tracción es aquel que tiene la propiedad de que los valores de la tensión, correspondientes a deformaciones no mayores de 10 por 1.000, presentan un nivel de confianza del 95 por 100 con respecto a los correspondientes valores obtenidos en ensayos de tracción realizados según la Norma UNE 36.401/81.

El conocimiento del diagrama característico del acero permite dimensionar las secciones sometidas a sollicitaciones normales (flexión, compresión) con mayor precisión y economía que si sólo se conoce el valor del límite elástico. Se recomienda, por ello, que los fabricantes de acero establezcan y garanticen este diagrama para cada uno de los tipos que suministren, con objeto de poderlos tipificar como diagramas de proyecto.

Para establecer el diagrama y comprobarlo con ensayos de recepción, se admite que es suficiente determinar las tensiones que corresponden a las siguientes deformaciones: 0,001; 0,002; 0,003; 0,004; 0,005; 0,006; 0,008 y 0,01. En rigor, el límite elástico característico es el que corresponde en el diagrama característico a una deformación remanente del 0,2 por 100. Como simplificación puede adaptarse como valor característico del límite elástico el obtenido a partir de los valores de los límites elásticos de los ensayos de tracción realizados según la Norma UNE 7.262.

### **Resistencia de cálculo de acero:**

Se considerará como resistencia de cálculo del acero  $f_{yd}$  el valor:  $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s}$  En donde  $f_{yk}$  es el límite elástico de proyecto y  $\gamma_s$  es el coeficiente de minoración definido en el Artículo 31°.

### **Diagrama de tensión deformación del acero:**

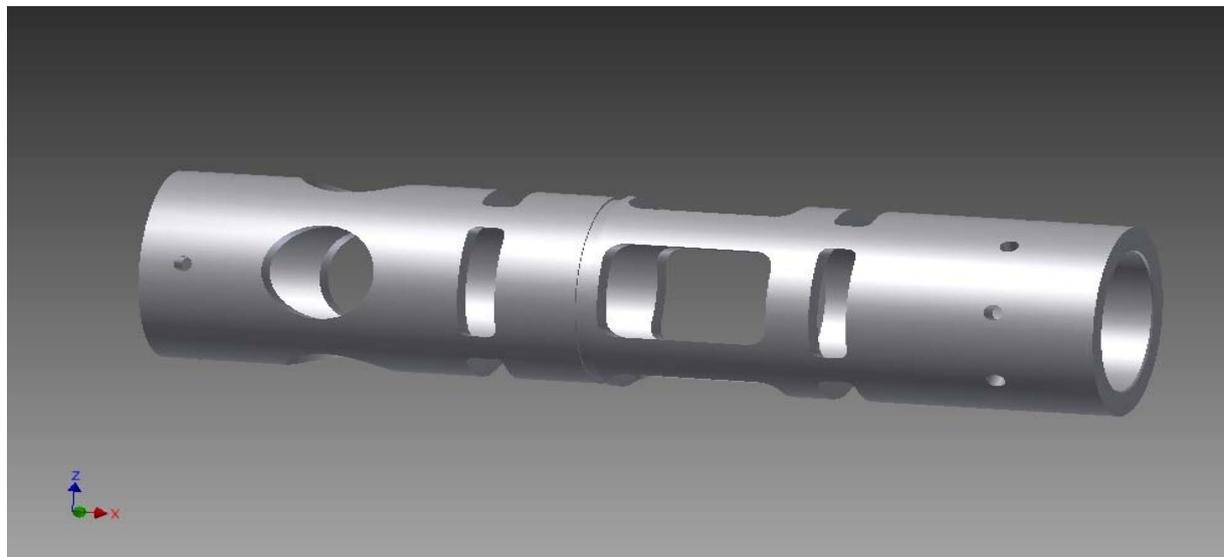
El diagrama de cálculo tensión-deformación del acero (en tracción o en compresión) se deduce del diagrama de proyecto mediante una afinidad oblicua, paralela a la recta de Hooke de razón  $1/\gamma_s$ .

Se admite el empleo de diagramas simplificados de cálculo, de tipo birrectilíneo u otros, siempre que su uso conduzca a resultados que queden del lado de la seguridad o estén suficientemente avalados por la experiencia.

La deformación del acero en tracción se limita al valor 10 por 1.000 y la de compresión al valor 3,5 por 1.000, de acuerdo con lo indicado en 36.2. Cuando se emplea el método del momento tope (Artículo 37°) puede utilizarse como diagrama de cálculo del acero, el simplificado de la figura 25.3.a limitando superiormente  $f_{yk,d}$  al valor 4.000 kp/cm.

### **Propuesta:**

A raíz de los resultados obtenidos por los diferentes ensayos, se logró conocer las características y propiedades del material 25X1MΦ, siendo este el que se utiliza para la fabricación de las camisas para válvulas de condensado



## **CONCLUSIONES**

Una vez realizada la investigación se llegan a las siguientes conclusiones:

Se sistematizaron los diferentes referentes teóricos que hablaron de los materiales utilizados en la UEB Emilio Ayala Molina en la producción de las Camisas para válvulas de los servomotores en las centrales termoeléctricas de Cuba., lo cual permite determinar cuáles son los materiales suplentes para la producción de las Camisas para válvulas de los servomotores en las centrales termoeléctricas de nuestro país, teniendo en cuenta el ensayo de dureza, análisis de la composición química y el análisis de la termo fluencia del material termo-resistente Ac 25x1mφ.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Gaspar C, A. (1974). Estaciones de transformadores y Distribución. Protección de sistemas eléctricos. -- Ed. CEAC, Barcelona, España.
- Costa M, Ángel. (1989) Principios Fundamentales de los Accionamientos Eléctricos.
- Zerquera I, Mariano. (1988). Problemas Resueltos y Propuestos de Máquinas de CD, Editorial UCLV.250 páginas.
- Croft, Terrell. (1984). Manual del Montador Electricista.. Tomo I, II y III. Editorial Pueblo y Educación. La Habana.
- Vinogradov, N. (1967). El Bobinador de Máquinas Eléctricas.. Editorial MIR, Moscú.
- Solomaniuck, G. (1961). Rebobinado de Motores Asincrónicos. Barcelona.
- Evdokímov F. E. (1978). Fundamentos Teóricos de la Electrotecnia.. Editorial MIR. Moscú.
- Kuznetsov, M. (1972). Fundamentos de Electrotecnia.. Editorial MIR. Moscú.