
Reparación de las válvulas esféricas en las Centrales Hidroeléctricas

Repair of the spherical valves in the Hydroelectric Power stations

M. Sc. Arsenio Andrés Pedris Hurtado*

arsenioaph@ucpejv.edu.cu <https://orcid.org/0000-0003-3270-2317>

M. Sc. Raydel Romero Hernández**

raidelrh@ucpejv.edu.cu <https://orcid.org/0000-0001-7169-8395>

Delvys Yovany Echegoyen Díaz***

delvysyed@ucpejv.edu.cu

*, ** y ***Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona, La Habana, Cuba.

RESUMEN

El trabajo tiene como objetivo proponer el método de reparación para la válvula esférica de los Servomotores de las Centrales Hidroeléctricas mediante la aplicación del método de soldadura FURAL en frío. Este contenido tiene importancia en la formación de profesionales para la Enseñanza Técnica y Profesional (ETP). El resultado de esta investigación, además de ser utilizada en la empresa, se puede emplear en el proceso de enseñanza – aprendizaje de la asignatura Montaje, reparación de equipos industriales que se imparte en la Licenciatura en Educación Mecánica en la Universidad de Ciencias Pedagógicas "Enrique José Varona", La Habana, Cuba.

Palabras clave: soldadura FURAL, válvula esférica, servomotores.

ABSTRACT

The work has as purpose to propose the repair of the spherical valve of the Servomotores of the Hydroelectric Power stations by means of the application of the welding method FURAL in cold that given the importance that has this content in the formation of professionals for the Technical Teaching and Professional (ETP). The result of this investigation, besides being used in company, you can use in the teaching process - learning of the subject Assembly, repair of industrial teams that is imparted in the Licentiate in Mechanical Education in the University of Pedagogic Sciences Enrique Jose Varona, Havana, Cuba.

Key words: welding FURAL, spherical valve, servomotors

INTRODUCCIÓN

En la actualidad los avances científicos – técnicos se desarrollan de forma acelerada a nivel mundial. Un papel importante para sustituir importaciones lo constituye la reparación de piezas y máquinas de alto rendimiento a corto, mediano y largo plazo, las empresas cubanas para facilitar el desarrollo científico técnico realizan hoy más que nunca los métodos de reparación, los cuales son implementados en la Unidad Económica Básica (UEB) de diferentes ramas tales como: la mecánica, eléctrica, automática, agrícola, etc.

En Cuba a partir del VI Congreso del Partido Comunista de Cuba, se trabaja intensamente en el perfeccionamiento del Modelo Socio Económico. Para lograr lo antes planteado es necesario que los diferentes organismos sean capaces de cumplir su objeto social.

En este sentido los trabajadores de la UEB-BCR perteneciente a la Empresa de Mantenimiento de Centrales Eléctricas (EMCE) realizan sus mayores esfuerzos, con el propósito de brindar servicios de mantenimiento a los equipos tecnológicos básicos y auxiliares de las Centrales Eléctricas, mediante la aplicación de un Sistema de Mantenimiento Centralizado.

La UEB-BCR tiene como objeto social La fabricación, reparación y mantenimiento de equipos, agregados, partes y piezas de repuesto asociados al sistema electro energético. Teniendo en cuenta lo antes planteado, la empresa tiene como misión: ejecutar con eficiencia la fabricación, reparación y mantenimiento de los equipos básicos y auxiliares de las instalaciones energéticas, así como la recuperación de equipos, partes y piezas, restableciendo su capacidad operativa.

La máxima dirección de la UEB-BCR EMCE tiene como visión: ser la organización líder en la fabricación, reparación y mantenimiento de instalaciones energéticas a nivel nacional e internacional con un máximo de eficiencia en sus servicios.

Para lograr lo hasta aquí abordado, la empresa cuenta con un total de 367 trabajadores distribuidos en una dirección 5 áreas de regulación y control, 4 áreas técnicas, un taller de mantenimiento y 7 talleres productivos, donde en una de ella (Taller de maquinado) se realiza la propuesta de la reparación de la válvula esférica de la central hidroeléctrica demandado por primera vez en nuestra organización para contribuir a la demanda solicitada.

Durante el período de prácticas laborales realizada por el autor en los talleres de dicha empresa y a partir de las observaciones a las reuniones realizadas en los chequeos de talleres, en la discusión de los informes de resultados mensuales y trimestrales, y desde la

experiencia del autor como especialista técnico productivo con más de 5 años en la UEB-BCR de la EMCE, de los trabajadores y de los tutores, se pudo identificar que durante el proceso productivo, existen insuficiencias en cuanto a la experiencia en este tipo de trabajo, poca documentación técnica sobre la reparación de esta válvula e insuficiente precisión del método a utilizar para la reparación de esta válvula, proceso que se evidencia con dificultades que no satisfacen las exigencias sociales en cuanto a sostener y desarrollar resultados en el campo de la industria sobre los métodos de reparación de válvulas esféricas.

Para contribuir a lo antes planteado el autor de este artículo tiene como objetivo: proponer el método de reparación para la válvula esférica de la Unidad No 3 de los Servomotores de las Centrales Hidroeléctricas.

DESARROLLO

La construcción del Modelo Económico y Social del país, basado en los Lineamientos del VI Congreso del Partido Comunista de Cuba¹ (PCC), demanda en la actualidad la integración de las Universidades con las Empresas Estatales Socialistas, de modo que se establezcan relaciones de trabajos en el campo de la ciencia, la tecnología e innovación.

Las empresas cubanas deben lograr por sí solas, la integración de la investigación científica, el desarrollo de productos novedosos y la gestión comercial directa de sus productos, lo cual se puede lograr mediante la elaboración de proyectos investigativos con las universidades y la utilización de tecnologías de punta. Un ejemplo de estos, lo constituye el resultado que se presenta en este trabajo, a partir de la solicitud por parte de la dirección de la UEB-BCR de la EMCE al autor de esta investigación, la reparación de la válvula esférica de la Unidad No 3 de los Servomotores de las Centrales Hidroeléctricas.

A partir de la solicitud realizada, se realizó un estudio sobre algunas posiciones teóricas sobre los métodos de reparación, las válvulas esféricas y las Centrales Hidroeléctricas.

Con el propósito de explicar la lógica de la investigación, se presentan los elementos asumidos por el autor de las diferentes categorías.

El término reparación general se realiza con el objetivo de recuperar el recurso técnico general de la máquina o agregado y devolverle su buen estado técnico para el trabajo. Durante la misma la máquina se desarma completamente y se recupera la capacidad de trabajo de todos sus agregados, conjuntos y mecanismos. En este caso todas las piezas se friegan, se cambian las piezas desgastadas (incluyendo y las básicas) por las nuevas o

recuperadas, se arman completamente y se regulan los conjuntos y mecanismos. Después del arme, a cada máquina se le realiza la regulación, el asentamiento y la prueba.

Se desarrolla de manera planificada según el tiempo en que esta corresponde de acuerdo a la periodicidad establecida para cada equipo. Por regla, este tipo de reparación se desarrolla en plantas o talleres especializados de reparación o en talleres de uso general, siempre que existan el personal y equipamiento necesario para ello.

En cuanto a la reparación por intercambio de agregados el autor Ríos Arcadio², en su artículo *La ingeniería agrícola del productor cubano*, plantea que: consiste en la sustitución de los componentes dañados por otros nuevos o ya reparados. Por ejemplo, un motor roto o que ya no rinde los parámetros explotativos de diseño se retira y se envía a la planta de reparación, y se monta uno ya reparado. Esto puede hacerse con muchos otros componentes como bombas de inyección, cajas de velocidad, aparatos del sistema eléctrico, etc. La ventaja de este método es su rapidez, pues de otro modo habría que reparar el motor original antes de poder explotar el equipo.

La historia moderna de la industria de la **válvula** empieza de forma paralela a la Revolución Industrial. En 1705 Thomas Newcomen inventó la primera máquina de vapor, que necesitaba de válvulas que fueran capaces de contener y regular el vapor a altas presiones.

Desde la antigüedad el hombre ha sabido regular el agua ya sea con piedras o troncos de árboles. Los egipcios, griegos y otras culturas eran capaces de dirigir el agua que captaban de ríos o fuentes para el consumo público o riego, aunque fueron los romanos los verdaderos desarrolladores de sistemas de canalización de agua.

En diversas ciudades mediterráneas se han encontrado pequeñas válvulas de la época romana, cuyo diseño difiere muy poco, como en Rabat, Djemila, Istambul, Avanches, Augusta (donde también se han visto válvulas de mariposa para grifos) y Nápoles (donde el vástago era cilíndrico). Los romanos usaban también unas primitivas válvulas de diafragma, realizadas de piel de cuero que manualmente cerraba sobre un weir, para controlar el flujo y temperatura del agua los baños. Durante la Edad Media no se conocen importantes avances en el diseño de válvulas. Fue durante el Renacimiento, cuando la construcción de canales, proyectos de riego y otros sistemas hidráulicos incluyeron más sofisticadas válvulas.

Hoy en día las válvulas se construyen de variados tamaños y con muchos fines, en las Centrales hidroeléctricas se utilizan en los servomotores para interrumpir el paso de agua hacia la turbina posibilitando trabajos de inspección y mantenimiento.

Válvula: nombre genérico para un dispositivo con características móviles que permite abrir y cerrar una vía de circulación con el fin de permitir, prevenir o controlar el flujo de fluidos³.

Central hidroeléctrica

Después de explicar las características de la Hidroenergía en Cuba que se utiliza como fuente energética renovable, a manera de resumen debemos destacar que en una central Hidroeléctrica se utiliza energía hidráulica para la generación de energía eléctrica. Son el resultado actual de la evolución de los antiguos molinos que aprovechaban la corriente de los ríos para generar energía.

Según lo planteado en el Complejo Hidroeléctrico Palomino en general, estas centrales aprovechan la energía potencial gravitatoria que posee la masa de agua de un cauce natural en virtud de un desnivel, también conocido como «salto geodésico». En su caída entre dos niveles del cauce, se hace pasar el agua por una turbina hidráulica que transmite energía a un generador eléctrico donde se transforma en energía eléctrica⁴.

Para la realización del trabajo de investigación se partió de una observación al desarrollo del proceso tecnológico en la UEB-BCR de la EMCE con el objetivo de verificar de forma detallada el trabajo que se realiza en el Departamento de Tecnología, como los diferentes procesos de reparación y principalmente los relacionados con los métodos de reparación de las válvulas esféricas de los Servomotores de las Centrales Hidroeléctricas.

Dichas observaciones arrojaron los siguientes resultados:

- Se han realizado en la UEB-BCR de la EMCE trabajos de reparación y mantenimiento a válvulas no así a válvulas esféricas de los Servomotores de las Centrales Hidroeléctricas.
- No siempre se toman medidas responsables en la UEB-BCR de la EMCE para disminuir las roturas de las válvulas de los Servomotores de las Centrales Hidroeléctricas.
- La no existencia de la utilización de un método de reparación en específico para las válvulas esféricas.

Se aplicó una encuesta a los cinco tecnólogos del Departamento de Tecnología de la UEB-BCR de la EMCE, con el objetivo de constatar la existencia de métodos para la reparación de las válvulas, así como la necesidad de proponer un método para la reparación de las válvulas esféricas de los Servomotores de las Centrales Hidroeléctricas y la importancia que tiene para su trabajo y una entrevista que fue realizada a seis de los directivos de la UEB-BCR de la EMCE, con el objetivo de recoger información con relación a los procesos del

Departamento de Tecnología, principalmente enfocándonos en la realización de los métodos de reparación de las válvulas esféricas de los Servomotores de las Centrales Hidroeléctricas.

Método de reparación para la válvula esférica de la Unidad No 3 de los Servomotores de las Centrales Hidroeléctricas en la UEB-BCR de la EMCE

Problemática encontrada

Desde las asignaturas Práctica Laboral I, II, III, IV, V y VI se expondrán los resultados y las experiencias adquiridas durante la realización de la misma, la cual fue llevada a cabo en la base Central de Reparaciones UEB-BCR de la EMCE, siendo unos de los autores trabajador de este centro y ocupando el cargo de jefe técnico-productivo, donde se determinó mediante indagaciones las situaciones que se consideran determinantes a su funcionamiento.

En el bosquejo realizado exploratoriamente y la revisión documental acerca del tema, y la aplicación de los métodos teóricos y empíricos se constató que existen dificultades proporcionadas por:

- Un abundante salidero de agua a través de los órganos de cierre determinó el desarme de la válvula.
- Dificultad en la maniobra de apertura y cierre de la válvula, abundante fuga de aceite en el servomecanismo. En el 1er desarme se apreció:
 1. Los bujes tenían holguras fuera de norma.
 2. Que los muelles de discos del mecanismo de cierre se habían quebrado.
 3. Que el sello de goma del pistón del mecanismo actuador se fracturó.
 4. Además se presentó dificultades para extraer el buje lado libre, hubo que aplicar calor al cuerpo y CO₂ para enfriar el buje y así poder realizar la extracción.

A partir de lo anteriormente planteado se determina que la existencia de una política de mantenimiento preventivo posibilitando cumplir con el correcto funcionamiento de los equipos y sus agregados (servomotores en las Centrales Hidroeléctricas), no garantiza el correcto funcionamiento de estos equipos dada a la falta de métodos reparación de sus maquinarias, lo que provoca una interrupción en el flujo energético del país.

Anomalías afrontadas después de montados los elementos reparados

Instalada la válvula, cuando ella se encontraba con una presión de dos atmosferas, se detectó que por los conductos de drenaje aledaño a los bujes, vertía agua acompañada con residuos de fural en una cuantía mayor a la predeterminada, además, el actuador dejó de funcionar detectándose también abundante salidero de aceite.

En el 2do desarme se encontró que:

1. El sello de goma se había fracturado.
2. Que en el Bujé lado libre, el fural y el bronce fueron dañados por aplastamiento en la zona superior izquierda visto desde el interior de la válvula, la huella evidencia que al rotar surgió un fuerte roce entre el muñón y el Bujé.

Análisis de las fallas

1 Avería del Sello del Accionador.

El elemento que funge como sello en el pistón del actuador se ha fracturado consuetudinariamente. Este elemento que según el proyecto original era de cuero, actualmente se fabrica con goma fundida. Se estima que la goma pudiera fallar por varios motivos, los más probables:

1. Si en algún punto del recorrido se produce un roce capaz de propiciar la disminución de velocidad de movimiento del mecanismo, automáticamente aumentará la presión del aceite sobre la goma, este elemento que posee un gran límite elástico puede comenzar a estirarse, si así sucede, aparecerán fisuras exteriores que se convertirán en rajaduras, cuando la sección de la goma fisurada se hace menor que la sección que ella resiste se producirá un reventón que inutilizará el sello.

Según el plano del fabricante, el fijador del sello tiene un radio que obliga al cuero a doblarse copiando su forma, por el contrario, el sello de goma tiene en esa zona una arista viva la cual pudiera incidir negativamente en el funcionamiento, esta forma posee condiciones propicias para que con el roce iniciar la fractura de la goma si el cuerpo posee alguna irregularidad.

2. Si la composición química de la goma utilizada no posee las características idóneas para la exigencia que se requiere, el elemento fallará simplemente por baja resistencia mecánica o deficiente elasticidad.

Descripción del proceso de la soldadura metálica en frío FURAL

Los productos **FURAL** son composiciones poliméricas de base furano-expoxídica y constan de dos componentes de resina y endurecedor. Una vez mezclados en las proporciones adecuadas se adhieren con fuerza sobre todos tipos de superficie: metálica, madera, concreto, cerámica, cristal, algunos plásticos y sobre sí mismo^{5.1}

Recubrimientos especiales: Juegos o kits de 2 envases con pesos de 250 y 500 g, en estuches impresos con las instrucciones de uso para las Soldaduras y en juegos de 1, 5,25 y 200 Kg. de peso para los recubrimientos. El mercado fundamental de las soldaduras en frío es industrial aunque son perfectamente utilizables en el hogar.

Tipos de Soldaduras en frío:

FURAL A Soldadura Metálica de Aluminio

FURAL H Soldadura Metálica de Hierro

FURAL B Soldadura Metálica de Bronce

FURAL AA Soldadura Metálica de Aluminio de Alta Tenacidad

Las Soldaduras Metálicas en Frío permiten soldar y pegar en frío diferentes materiales, reconstruir y recuperar partes y piezas, reparar grietas o rajaduras, así como corregir porosidad en moldes o piezas fundidas, hermetizar depósitos restaurar piezas museables o de valor artístico.

Su principal mercado es el industrial y la variedad de aplicaciones que poseen permite que puedan ser utilizados en cualquier industria.

Propuesta de solución

Válvula esférica CHA Hanabanilla

Función: Interrumpir el paso de agua hacia la turbina posibilitando trabajos de inspección y mantenimiento.

Elementos que facilitan la apertura y cierre de la válvula:

El servomecanismo y los By pass para maniobras de apertura y cierre.

Manipulando las presiones de agua, se facilita el movimiento de rotación de los órganos de apertura y cierre de la válvula.

Elementos principales de la válvula: muelles de disco, cuerpo, órgano de admisión y cierre, tapa de sellaje, ejes y bujes.

Elementos principales del servomecanismo: cuerpo del servomecanismo y pistón.

Avería: Abundante pase de agua a través de los órganos de cierre.

Dificultad en la maniobra de apertura y cierre de la válvula (Tapa), abundante fuga de aceite en el servomecanismo (Aro de sellaje).

Dificultades encontradas en la revisión: holguras fuera de norma entre los bujes y los semiejes, anomalía en el sello de goma del pistón del servomecanismo, deficiente sellaje entre el cuerpo y el pistón, muelles de discos totalmente fracturados.

Reparación

Para restituir la pérdida de material en los bujes de bronce se rellenaron con un producto denominado Fural. Método de soldadura fría a partir de un producto nacional obtenido de la caña de azúcar.

Utilizando lija de grano fino se mejoró la superficie de trabajo de los semiejes.

Los cuerpos del servomecanismo se evaluaron a partir de mediciones con galgas de espesor, posteriormente se sometieron a un brillado con lija de grano grueso.

Se realizó una modificación en los sellos de goma del pistón.

En el laboratorio de metales, auxiliados por la máquina de tracción se estudió el comportamiento de los discos, se realizaron ensayos de esfuerzos vs recorrido y ensayos de rotura.

Con el estudio se conoció que los discos que inicialmente debían permitir un desplazamiento de 3 mm ahora no podrían realizar el nuevo recorrido de 5mm sin destruirse.

Se estudió y se determinó colocar un quinto disco para absolver el recorrido que se produjo debido al desgaste en la tapa de sellaje.

La válvula se encuentra armada esperando el momento oportuno para retirar de servicio las otras dos máquinas de la hidroeléctrica cerrar la compuerta del canal, acción imprescindible para realizar su montaje, posteriormente se le realizarán las pruebas de funcionamiento las cuales decidirán si queda instalada para operar de modo continuo.

Después de montado la mitad interior del cuerpo del Accionador y el Pistón de ese mecanismo, debe verificarse la alineación y las holguras entre el cuerpo del Accionador y los elementos aledaños que pudieran crear una interferencia, básicamente los patines de bronce que guían la rotación del pistón.

Debe retomarse el material y la forma del sello original o reproducirla con goma, para ello, se debe simular las condiciones de trabajo del actuador y verificar que el sello funcione correctamente antes de colocar la válvula en su posición de trabajo, para ello en condiciones de taller se ha de reproducir en un banco de pruebas todos los elementos necesarios que

permitan lograr el funcionamiento del mecanismo. Aquí deben realizarse estudios de funcionamientos hasta lograr los requisitos deseados.

CONCLUSIONES

El estudio realizado de las diferentes posiciones teóricas sobre los métodos de reparación, válvulas esféricas y los servomotores, permitió determinar las principales características de la propuesta para la UEB-BCR “EMCE”.

Después del análisis de las dificultades identificadas durante el desarrollo de la Prácticas Laborales, se determinó contribuir a proponer el método de reparación para la válvula esférica de la Unidad No 3 de los Servomotores de las Centrales Hidroeléctricas.

A partir de las exigencias actuales a las empresas del país, se realizó la reparación para la válvula esférica de la Unidad No 3 de los Servomotores de las Centrales Hidroeléctricas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1 Lineamientos de la Política Económica y Social del VI Congreso del Partido Comunista de Cuba

2 Ríos A. La ingeniería agrícola del productor cubano. La Habana: Editorial INFOIIMA; 2015.

3 Wikipedia; 2019. Disponible en: www.valvias.com/historia.php.

4 Complejo Hidroeléctrico Palomino, 31 de agosto, 2010. Disponible en: [https://www.significados.com/complejo Hidroeléctrico](https://www.significados.com/complejo-Hidroeléctrico).

5 Gómez A. Polímeros para el Mantenimiento de piezas de gran tamaño en la Industria Azucarera, 6to. Congreso de Azúcar y Derivados, diversificación, 2000, Palacio de las Convenciones, Ciudad de la Habana; 2000.

BIBLIOGRAFÍA

Diez Torres F, Gómez Estévez A. El uso de los polímeros en el mantenimiento industrial. Revista Ingeniería y Gestión de Mantenimiento 2004; VII (34)

Gómez Estévez A, Puig Santillanes J, Dopico Paz M, Rodríguez Padrón A, Rodríguez Dorrego ME, Sosa Pérez P, García González JL. Generalización de recubrimientos especiales furano epoxídicos en la protección de pisos, terrazas, cubiertas transitables y depósitos de hormigón en general. ATAC 2004; 65(1): 13-20.

Loctite's Internal Technical Information. Technical Support Group Specifications and Data Book. Octubre 1994.

López Pedraza BY. Propuesta de material Termorresistente 25X1MΦ como sustitución del 20X1MΦTP para la fabricación de las camisas para válvulas de los Servomotores (Tesis de Diploma). La Habana: UCP "Enrique José Varona"; 2018.

Martín Martínez JM, Orgilés Barceló AC. Adhesión. Tecnología y Fundamentos. Editorial: Inescop & Universidad de Alicante; 1992.

Suárez JC, López F. Uniones Adhesivas Estructurales; CYTED RED TEMATICA VIII.D, Universidad Politécnica De Madrid, E.T.S. Ingenieros Navales, España; 2000.

Wegman R F. Surface Preparation Techniques for Adhesive Bonding. Noyes Publications. New Jersey; 1989.

Recibido: 1 de marzo de 2020

Aceptado: 7 de setiembre de 2020