

TITULO: Selección automatizada de electrodos para la soldadura manual de los aceros al carbono.

TITLE: Automated Selection of Electrodes for the Manual Welding of Carbon Steels.

AUTORES:

Ms. C. Alexander Velázquez Font. Profesor Instructor (1)

Dr. C. Osmundo Héctor Rodríguez Pérez. Profesor auxiliar (2)

PAÍS: Cuba

RESUMEN: Se aborda lo relativo a un sistema para la selección automatizada de electrodos en la soldadura de los aceros al carbono. Se inicia con una breve revisión de los problemas que presentan estos en su soldabilidad y los factores concernientes a la selección correcta del electrodo en los mismos. En el mismo se expone el fundamento teórico sobre el diseño del sistema el cual da solución a lo anteriormente expuesto. En la elaboración del software se tiene en cuenta los siguientes principios: propiedades mecánicas de la unión soldada, tipo de revestimiento, posición de la soldadura, etc. Se tienen en cuenta en el trabajo diferentes firmas y normas de fabricantes de electrodos y países que mas se utilizan en la industria mecánica en Cuba. El software tiene la ventaja de ser sencillo, rápido y seguro, garantizando la selección correcta de los electrodos para cada caso y situación. El software supone que el usuario no tenga que tener conocimientos profundos de soldadura, debido a que el sistema se encarga de la mayor parte de las decisiones para la selección del electrodo, procedimiento que con métodos convencionales, exigen del usuario una determinada experiencia en la selección de estos materiales para la soldadura de los aceros al carbono.

PALABRAS CLAVES: SOLDADURA, SELECCIÓN DE ELECTRODOS, ACEROS AL CARBONO.

ABSTRACT: This paper concerns the automated selection of electrodes for Carbon Steels' welding. Firstly, the problems of carbon steels' weldability and some aspects related to the selection of electrodes are briefly treated and then, the theoretical foundation of the software's design to provide a solution in that sense. The following principles were taken into account for the implementation of the software: the welded joint's mechanical properties, the type of electrode covering, and the positioning of welding, etc. The software includes different electrodes' brands and standards and the ones we use the most in our country. It has the advantage of being simple, fast and risk-free; and it guarantees the proper selection of electrodes. The user does not need a high level of knowledge concerning welding, since most of the decisions on selecting the electrodes are taken by the software. Conventional methods, on the other hand, demand experienced users to select such materials.

KEY WORDS: WELDING, ELECTRODES SELECTION, CARBON STEELS.

INTRODUCCIÓN

En la industria mecánica actual en Cuba se emplean diferentes tipos de materiales entre los que se encuentran: aceros al carbono, aleados, inoxidable, hierros fundidos, materiales no ferrosos, etc. De todos estos materiales uno de los más usados son los aceros al carbono o de construcción que se emplean en distintas industrias entre las que se encuentran: azucarera, del níquel, alimenticia, del cemento, etc. También se utilizan un gran número de procesos en la fabricación de piezas y uno de los más utilizados es el de soldadura que su función principal es la de unir piezas y conjuntos.

Dentro de los procesos de soldadura manual por arco eléctrico el aspecto más importante consiste en la selección del electrodo más adecuado desde el punto de vista de la calidad de la unión y de la economía de esta. Existe la posibilidad de incurrir en errores al seleccionar el electrodo más adecuado para un servicio en cuestión, debido fundamentalmente al desconocimiento por el usuario de esta materia lo cual conduce en ocasiones a fallas en las piezas que tienen una gran repercusión económica y social.

El objetivo de este trabajo consiste en elaborar una metodología soportada en un software profesional que facilite, desde el punto de vista técnico y económico, la selección más adecuada de los electrodos en la soldadura manual por arco eléctrico en los aceros al carbono, incluso que el usuario no tenga grandes conocimientos de soldadura, ya que el sistema propuesto decide automáticamente todos los aspectos concernientes a la correcta selección de estos materiales en un tiempo muy corto y sin tener que utilizar los catálogos de los fabricantes ya que los mismos están incluidos en las bases de datos del sistema.

MATERIALES Y METODOS.

Los aceros al carbono son aleaciones de hierro y carbono que contienen otros elementos en pequeñas cantidades tales como: silicio, manganeso, azufre, fósforo, etc.. En estos aceros, el carbono constituye el segundo elemento de importancia después del hierro y con el aumento de la cantidad de éste se incrementa la resistencia, pero también la templeabilidad, o sea, la capacidad de formar estructuras de mayor volumen específico, cuando se somete a velocidades de enfriamiento rápidas las cuales son típicas de los procesos de soldadura. La clasificación de los aceros al carbono, desde el punto de vista de la soldabilidad se realiza de acuerdo al % de este elemento en el acero y se divide en tres grupos: aceros de bajo, medio y alto contenido de carbono, correspondiendo a estos las clasificaciones de buena, regular y mala.

Los aceros de buena soldabilidad son aquellos que pueden ser unidos mediante procesos de soldadura, sin que durante el desarrollo del proceso se presenten problemas, tales como: defectos, dificultad de ejecución del proceso, etc. Estos aceros tienen en general buena soldabilidad metalúrgica y entre algunos de ellos se encuentran los: aceros al carbono con contenidos de este elemento en cantidades menores a 0,3 %. Los de soldabilidad regular pueden ser unidos mediante procesos de soldadura pero aplicando técnicas auxiliares,

tales como: precalentamiento, tratamiento térmico posterior, etc. Cuando se aplican correctamente estas técnicas auxiliares la unión soldada es de buena calidad. En general estos aceros tienen algunos problemas en la soldabilidad metalúrgica y entre ellos se encuentran los aceros al carbono con contenidos de este elemento en valores entre 0,3 y 0,59 %. Los de mala soldabilidad pueden ser unidos pero nunca con las propiedades mecánicas similares a las del material base. Estos aceros tienen mala soldabilidad metalúrgica y entre ellos se encuentran los aceros al carbono con contenidos de este elemento en cantidades superiores al 0.6%.

En la soldadura de estos aceros existen varios tipos de aspectos tecnológicos a tener en cuenta entre los que se encuentran: preparación de la pieza a soldar, precalentamiento, selección de los parámetros de soldadura (tensión eléctrica, intensidad de corriente, velocidad de soldadura, etc.), acabado, etc. Sin embargo la selección del electrodo en la soldadura manual por arco eléctrico es el factor de mayor importancia y prácticamente decide la calidad de la futura pieza soldada.

Existen electrodos que se fabrican para soldar todos los tipos de aceros al carbono existentes en la practica industrial y su elemento fundamental es el carbono que define al final, la resistencia a la tracción que el debe garantizar en la pieza donde va a ser utilizado, por esto el principio para la selección de los electrodos en los aceros al carbono es que este deposite una unión soldada que tenga una resistencia mecánica ligeramente superior o igual al de la pieza.

En el proceso de la soldadura manual por arco eléctrico se utiliza el cambio de la energía eléctrica en calor mediante el establecimiento del arco el cual se produce con la emisión de electrones desde un cátodo hacia un ánodo a temperaturas superiores al punto de fusión de los aceros. El arco eléctrico se produce entre el electrodo y la pieza y con el calor desarrollado se produce la fusión del electrodo, cuyo material se transfiere a la pieza que se desea unir; esta transferencia del material del electrodo hacia la pieza se produce en una atmósfera de aire rico en O₂, H₂ y N₂, los cuales son perjudiciales para la futura calidad de la pieza soldada. Por esto el electrodo se reviste con una mezcla de substancias orgánicas y minerales que tienen, entre otras funciones, las de aislar físicamente el aire del lugar donde se transfiere el metal del electrodo hacia la pieza en forma de gotas y así elevar las propiedades mecánicas de la pieza. Esta es una de las razones de porque el revestimiento tiene un papel importante en la fabricación de los electrodos y constituye el segundo principio a tener en cuenta en la selección de los electrodos para soldar estos materiales. Otro aspecto a tener en cuenta de mucha importancia es la posición relativa de la pieza en el espacio, debido a que cuando estás no se encuentran en posición plana el metal liquido tiende a derramarse y no se pueden soldar bien, por esto la posición de la soldadura es un aspecto a tener en cuenta en la selección de los electrodos para soldar y este es el tercer aspecto importante a tener en cuenta en la selección de los electrodos en los aceros al carbono.

Se puede resumir que las propiedades mecánicas, el tipo de revestimiento y la posición de la soldadura son los tres factores importantes para la selección de los electrodos en la soldadura de los aceros al carbono.

RESULTADOS DEL TRABAJO

Concepción del sistema

El sistema permite la selección de varios electrodos de diferentes firmas y países, en función de los factores antes mencionados y dando un orden de prioridad de acuerdo a: propiedades mecánicas, tipo de revestimiento, posición de la soldadura, etc. mostrado en la figura 1.

Selección de Electrodos

Rango Resistencia: Grupo 5: 460 -- 480 N/mm2

Revestimientos

- ☐ Celulósico
- ☐ Acido
- ☐ Rutilo
- ☒ Básico
- ☐ Cualquier tipo

Otras Propiedades Operativas

- ☐ Gran rendimiento
- ☐ Gran penetración

Posición de Soldadura

- ☒ Todas las posiciones
- ☐ Horizontal
- ☐ Plana
- ☐ Vertical descendente
- ☐ Vertical ascendente
- ☐ Filete Horizontal
- ☐ Filete plana
- ☐ Filete vertical

Cancelar Selección

Figura 1. Diálogo de entrada de datos y selección.

En la selección del electrodo según las propiedades mecánicas se diseñaron los rangos de resistencias para la selección de dichos electrodos mostrados en la tabla 1 y los tipos de revestimientos y posiciones de soldadura mostrados en las tablas 2 y 3.

Resistencia máxima a la tracción
1) $\leq 380 \text{ N/mm}^2$ ($\leq 39 \text{ Kg/mm}^2$)
2) $380-440 \text{ N/mm}^2$ ($39-45 \text{ Kg/mm}^2$)
3) $440-450 \text{ N/mm}^2$ ($45-46 \text{ Kg/mm}^2$)
4) $450-460 \text{ N/mm}^2$ ($46-47 \text{ Kg/mm}^2$)
5) $460-480 \text{ N/mm}^2$ ($47-49 \text{ Kg/mm}^2$)
6) $480-500 \text{ N/mm}^2$ ($49-51 \text{ Kg/mm}^2$)
7) $500-510 \text{ N/mm}^2$ ($51-52 \text{ Kg/mm}^2$)
8) $510-540 \text{ N/mm}^2$ ($52-55 \text{ Kg/mm}^2$)
9) $540-550 \text{ N/mm}^2$ ($55-56 \text{ Kg/mm}^2$)
10) $550-560 \text{ N/mm}^2$ ($56-57 \text{ Kg/mm}^2$)
11) $560-600 \text{ N/mm}^2$ ($57-67 \text{ Kg/mm}^2$)

Tabla 1. Rangos de resistencia a la tracción

Revestimiento
1) Celulósicos
2) Ácidos
3) Rutilo
4) Básico
5) Cualquier tipo de revestimiento

Tabla 2 . Selección del tipo de revestimiento

Posiciones de soldadura
1) Todas las posiciones
2) Horizontal
3) Vertical
4) Vertical hacia abajo
5) Vertical hacia arriba
6) Filete horizontal
7) Filete Plana
8) Filete vertical

Tabla 3. Selección de la posición de la soldadura

En nuestro caso se ha seleccionado el rango de resistencia a la tracción 5 (**460-480 N/mm²**), un revestimiento básico y todas las posiciones, figura 1. Por último puede o no escogerse otros factores que son opcionales en función de la productividad y características tecnológicas de la unión soldada que se vaya a ejecutar como la penetración y rendimiento del electrodo.

Después de haber seleccionado todos los factores antes mencionados se procede a la selección de todos aquellos electrodos, de las diferentes firmas, almacenados en la base de datos que cumplan con los requisitos exigidos por el usuario y mostrados por el sistema como se indica en la figura 2. El usuario selecciona uno de los electrodo mostrados teniendo en cuenta la disponibilidad de los mismos en almacenes, para nuestro caso hemos seleccionado el electrodo INFRA 718 de la firma INFRA de México.

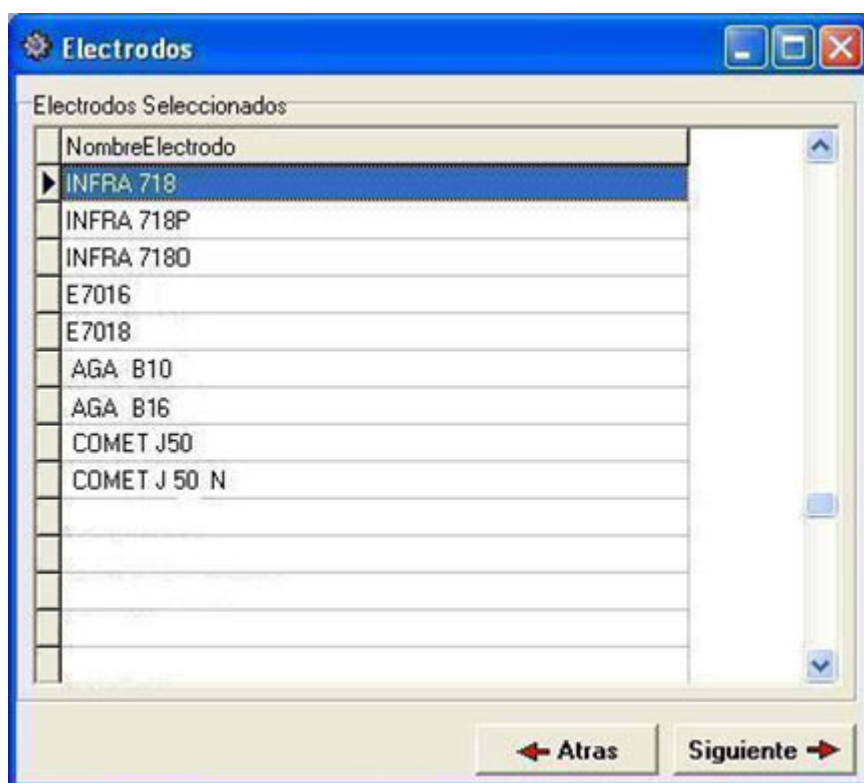


Figura 2 . Muestra de los electrodos seleccionadosl.

Finalmente se muestra en la figura 3, las características del electrodo seleccionado en lo que respecta a: resistencia a la tracción, elongación, resiliencia, composición química, penetración, tipo de corriente, equivalencia en otras firmas etc.

Figura 3 . Descripción del electrodo escogido.

Además el sistema permite realizar un reporte escrito con toda la información referente a dicho electrodo con algunas características tecnológicas para la ejecución del proceso de soldadura.

CONCLUSIONES

1- Se define la secuencia lógica a seguir para la selección de electrodos.

1- Se logra la elaboración de una metodología soportada en un software profesional para la selección automatizada de los electrodos para la soldadura de aceros al carbono a través de la creación de un sistema que realiza la selección de los mismos asegurando las propiedades mecánicas, tipos de revestimientos y posición de soldadura así como se brindan una serie de aspectos tecnológicos de los electrodos seleccionados contenidos en una base de datos.

BIBLIOGRAFÍA

1. ASM Handbook Committee: welding Handbook. 8. ed. EUA: Mc Millan AWS publisher, 1971. t. 6. 734p.
2. AWS: welding Handbook. Metals and their weldability. 5. ed. EUA: Mc Millan AWS publisher, 1966. t. 4. 583 p.
3. CIME: manual de recuperación de piezas. La Habana: Editorial Imago, 1993. 403 p.
4. Rodríguez Pérez, Héctor. Consideraciones teórico prácticas acerca de la soldadura de los aceros al carbono. [documento en línea]. <http://www.ciencias.holguin.cu/2006/Septiembre/articulos/ARTI2.htm> [Consultado: 9 dic. 2008].
5. _____. Metalurgia de la Soldadura. La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1995. 613 p.
6. _____. Soldabilidad de los aceros al carbono. México. D.F; conferencia dictada en la "Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica", 1992. 10 h (Conferencia dictada en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica)
7. Velázquez Font., Alexander. Selección automatizada de materiales de aporte en la soldadura de los aceros al carbono. Holguín; Universidad de Holguín "Oscar Lucero Moya", 2002. 80 h. (Tesis de Maestría en Ciencias Técnicas. Holguín).

DATOS DE LOS AUTORES

Nombre:

Ms. C. Alexander Velázquez Font. Profesor Instructor (1)

Dr. C. Osmundo Héctor Rodríguez Pérez. Profesor auxiliar (2)

Correo:

alexander@cadcam.uho.edu.cu

hector@facing.uho.edu.cu

Centro de trabajo:

(1) Universidad de Holguín. Centro de Estudios CAD/CAM Teléfono: 482678

(2) Departamento de Ingeniería Mecánica. Facultad de Ingeniería. Universidad de Holguín "Oscar Lucero Moya". Carretera Vía Guardalavaca, Gaveta Postal 57, 80100. Holguín. Cuba. Tel. (+53) 24 48 26 75