

CARACTERÍSTICAS, VENTAJAS Y APLICACIONES DEL ACERO INOXIDABLE T-439 EN LA INDUSTRIA AZUCARERA

FEATURES, ADVANTAGES AND APPLICATIONS T-439 STAINLESS STEEL IN THE SUGAR INDUSTRY

Alejandro Fonseca, Sergio Gutierrez, Arturo Rodríguez, Moctezuma Vázquez

Para comprobar el rendimiento del Acero Inoxidable frente a otros materiales utilizados en la industria Azucarera. El estudio se realizó obteniendo las características del Acero Inoxidable (Composición Química, propiedades mecánicas típicas y las propiedades físicas), para poder observar que metal tiene mejor rendimiento y durabilidad en la Industria Azucarera. El acero inoxidable T-439 es un acero inoxidable ferrítico estabilizado con titanio (TKM 439) y con titanio-niobio (TKMX 439M), con contenidos superiores a 17% de cromo y bajos contenidos de carbono y nitrógeno. El controlado nivel de titanio proporciona una mejorada formabilidad y soldabilidad y la ausencia de Ni, permite que este material tenga un precio muy competitivo y excelente relación costo-beneficio. El acero T-439 es resistente a la corrosión en agua potable y otros ambientes moderadamente corrosivos, también es capaz de soportar la expansión de diámetro de aproximadamente 25% sin ruptura, suficiente para sujetar el tubo a la placa perforada de las unidades de evaporación; aunado a esto, su bajo coeficiente de expansión térmica facilita la extracción de las piezas de los intercambiadores de calor. Químicamente inerte, menor incidencia y adherencia de incrustaciones, ninguna influencia en el sabor o color del azúcar, mínimo riesgo de crecimiento de colonias de microorganismos, mínima tendencia a formación bacteriana en la superficie, no migración metálica al producto final. El Acero T-439 es un gran candidato a las aplicaciones de la Industria Azucarera mostrando una gran resistencia a la corrosión, durabilidad, soldabilidad y un precio muy competitivo. También demostró ser mejor que otros materiales tradicionalmente utilizados en ingenios como el cobre. El acero T-439 es la mejor opción para la industria Azucarera, para tu Industria.

Palabras Clave: TKM, Niobio, Ferrítico, Intercambiador, Inerte

To check the performance of stainless steel over other materials used in the sugar industry. The study was conducted by obtaining the characteristics of Stainless Steel (Chemical Composition, typical mechanical properties and physical properties), to observe that metal has better performance and durability in the Sugar Industry. Stainless steel T-439 is a ferritic stainless steel stabilized with titanium (TKM 439) and niobium-titanium (TKMX 439M), with greater than 17% chromium and low carbon content and nitrogen content. The controlled level of titanium provides improved formability and weldability and the absence of Ni, allows this material has a very competitive price and excellent cost-benefit ratio. The steel T-439 is resistant to corrosion in water and other moderately corrosive environments, it is also capable of supporting the expansion of diameter of about 25% without rupture, sufficient to hold the pipe to the perforated plate of evaporation units; Added to this, its low coefficient of thermal expansion facilitates the removal of parts of the heat exchangers. Chemically inert, lower incidence and scale adhesion, no influence on the taste or color of the sugar, minimal risk of growth of colonies of microorganisms, minimized bacterial formation on the surface, no metal migration to the final product. Steel T-439 is a great candidate for applications Sugar Industry showing great corrosion resistance, durability, weldability and a very competitive price. It also proved better than other materials traditionally used in refineries such as copper. Steel T-439 is the best choice for the sugar industry, for your industry.

Key Words: TKM, Niobium, Ferritic, Exchangers, Inert.

OBJETIVO

Conocer las características y las ventajas que nos proporciona el acero inoxidable T-439 en la fabricación de tubería soldada para su uso en intercambiadores de calor en la industria azucarera.

INTRODUCCIÓN

El acero inoxidable T-439 es un acero inoxidable *ferrítico* estabilizado con titanio (TKM 439) y con titanio-niobio (TKMX 439M), con contenidos superiores a 17% de cromo y bajos contenidos de carbono y nitrógeno. El controlado nivel de titanio proporciona una mejorada *formabilidad* y soldabilidad.

COMPOSICION QUIMICA

I. COMPOSICION QUIMICA							
C	Mn	P	S	Si	Cr	Ni	OTROS
≤ 0.030	≤ 1.00	≤ 0.040	≤ 0.030	≤ 1.00	≤ 17.0 – 19.0	≤ 0.50	N ≤ 0.030 (0.2+(C+N) ≤ Ti + Nb ≤ 0.75)

La estabilización total provoca que el Titanio reaccione con el Carbono y el Nitrógeno para formar bloques de carbonitruros de Titanio y permite que pueda ser soldado sin que ocurra *fragilización*, además que mejoran la resistencia a la corrosión por picaduras.

La ausencia de Ni, permite que este material tenga un precio muy competitivo y excelente relación costo-beneficio.

MATERIALES Y METODOS

II. PROPIEDADES MECANICAS TÍPICAS. ACERO RECOCIDO				
Acero	Límite de resistencia (MPa)	Límite de fluencia 0.2% (Mpa)	Alargamiento (%)	Dureza (HBR)
T-430	509	352	28	79
T-439	481	331	30	77
T-304	710	312	56	81

Por ser un acero ferrítico, el T-439 muestra un alargamiento bastante elevado en el ensayo de tracción. Es un material con un muy buen desempeño en las operaciones de conformación mecánica, doblado y estampado.

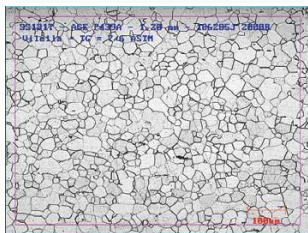
III. PROPIEDADES FISICAS. ACEROS RECOCIDOS					
Acero	Coeficiente de dilatación térmica medio de 0°C a			Conductividad térmica	
	100°C ($\mu\text{m}/\text{m}.\text{°C}$)	315°C ($\mu\text{m}/\text{m}.\text{°C}$)	538°C ($\mu\text{m}/\text{m}.\text{°C}$)	A 100°C (W/m.K)	A 500°C (W/m.K)
AISI 304	17.2	17.8	18.4	16.2	21.5
AISI 439	10.5	10.7	11.2	24.0	-
AISI 444	10.0	10.6	11.4	26.8	-
AISI 430	11.7	11.9	12.3	24.0	-
Acero	Densidad (g/cm ³)	Módulo de elasticidad (GPa)	Calor específico (J/kg.K)	Resistividad eléctrica (nW.m)	Permeabilidad magnética (aproximada)
AISI 304	8.0	193	500	720	1.02
AISI 439	7.7	215	793	617	-
AISI 444	7.8	200	420	620	-
AISI 430	7.7	193	620	620	-

Resultados y Discusión

Los aceros inoxidables ferríticos estabilizados T-439 tienen muy buen comportamiento en la conformación para la fabricación de tubos soldados y también en el estampado de piezas; sin embargo, para embutidos profundos exigen la utilización de aceros inoxidables austeníticos.

La rugosidad varía entre 0.10 y 0.28 micrómetros Ra en el acabado 2D en la laminación en frío el cual es el acabado más usual en este acero.

En acabado 2B la rugosidad varía en función del espesor, cuanto más fino sea el material, menor será la rugosidad.



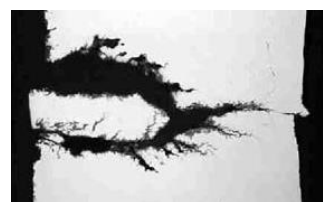
En la imagen se aprecia la micro estructura típica del acero inoxidable ferrítico T-439 estabilizado con Ti y Nb. Fue realizado un ataque por 1 min. Con el reactivo *Vilella*. En la muestra atacada, de espesor 1.20mm el tamaño de grano es 7/6. En la micrografía el aumento es de 100X.

El acero T-439 es resistente a la corrosión en agua potable y otros ambientes moderadamente corrosivos.

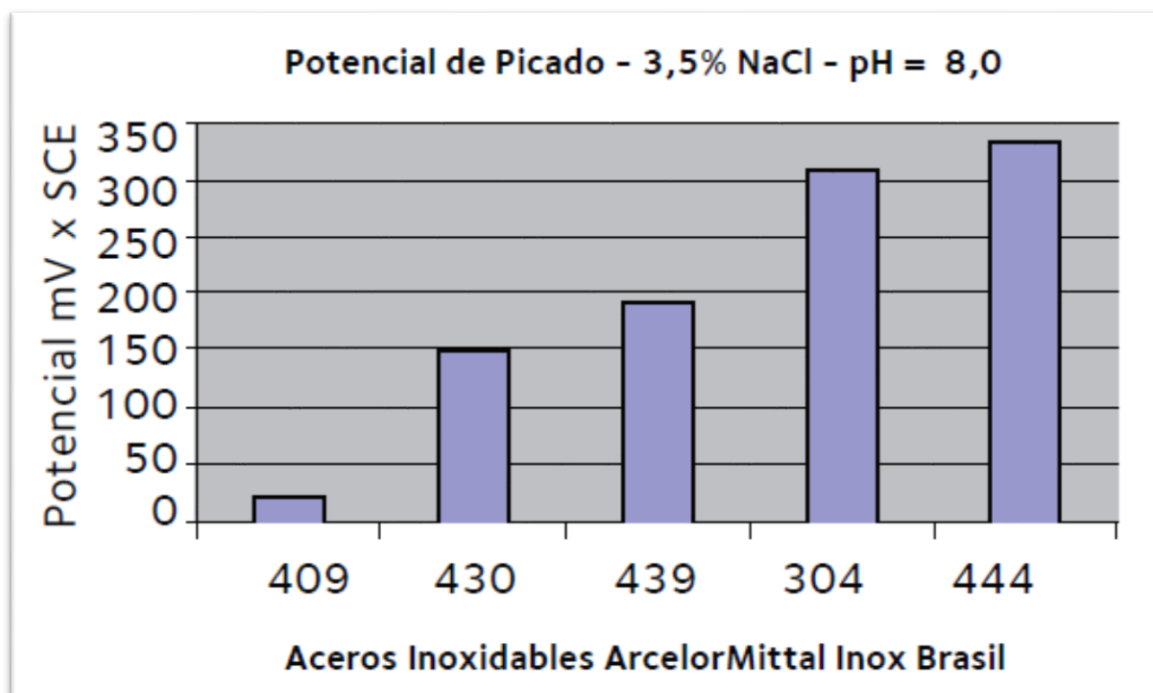
El T-439 es inmune a la corrosión por fractura bajo tensión y pueden ser usados en ambientes tolerantes al cloro en agua caliente usada en intercambiadores de calor donde el grado 304 puede fallar.

En la corrosión por picado es superior al AISI 430, pero su resistencia es inferior a la de los inoxidables 304 y 444.

El Acero Inoxidable T-439 no sufre corrosión intergranular asociada a la precipitación de carbonitruros de cromo debido a la estabilización con Ti y Nb.



RESISTENCIA A LA CORROSION POR PICADO



En la corrosión por picado es superior al AISI 430, pero su resistencia es inferior a la de los inoxidables 304 y 444.

RESISTENCIA A LA CORROSION ATMOSFERICA

El acero T-439 puede ser usado en atmosferas poco contaminadas. La exposición prolongada en atmosferas industriales o en ciudades próximas al mar o aun en regiones urbanas contaminadas, provoca manchas en la superficie, oxidación y a veces corrosión por picado.

La utilización en ambientes externos a edificios en las grandes ciudades exige que el producto sea acompañado por frecuentes limpiezas.

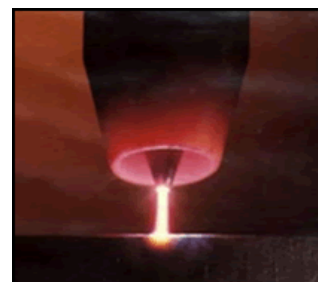
SOLDABILIDAD

El acero T-439 puede ser soldado por las técnicas de fusión común como TIG, MIG, laser, soldado por punteo y soldado de tubo por alta frecuencia.

Cuando es necesaria la utilización de material de aporte, este debe ser el 308L o el 309L

El gas de protección a usar debe ser *Ar*, o el *Ar* con adiciones de *He*. No deben ser usados *Ni*, *H* ni *CO2*

Es muy importante no excederse en el aporte de energía durante la soldadura para evitar el crecimiento de grano, el cual puede fragilizar el material.



APLICACIONES

Tubos y chapas para el sistema de escape de los gases de combustión en la industria automotriz.

Tubos y chapas para ingenios de azúcar: tanques, evaporadores, tachos de cocimiento, cristalizadores, secadores, tubos para conducción de fluidos.

Tubos para pasamanos, fabricación de muebles, cocinas residenciales, etc.

Paneles de construcción (ambientes internos), revestimiento de ascensores, microondas, hornos eléctricos.



Acero ACE 439A como revestimiento de un tacho de cocimiento de acero cefero en un ingenio después de 12 años de utilización



Acero ACE 439A aplicado a un dispositivo de escape



Acero ACE 439A aplicado a un topé de estufa

