



DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA MAQUINA DE ENSAYO JOMINY DE TEMPLABILIDAD PARA LA CARRERA DE INGENIERIA EN MECATRONICA DE LA UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE

Sr. Mejía Cadena Jorge Armando¹ MSc. Iglesias Iván²

Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador
jorge_mejiacadena@hotmail.com, iiglesias@utn.edu.ec

Resumen. – *En el proyecto de tesis se presentan los resultados de una investigación realizada para determinar si el diseño y construcción de una máquina para ensayo Jominy garantiza la realización de prácticas de ensayo de tratamientos térmicos específicamente el de templabilidad de los aceros. La máquina de ensayo Jominy fue construida para realizar el temple de probetas bajo la norma ASTM A255; en su estructura se utilizó materiales como ángulo estructural y plancha de acero ASTM A-36 y plancha de acero inoxidable AISI 305, con lo que se logra obtener una estructura sumamente apropiada para realizar prácticas de ensayo Jominy de templabilidad.*

Además los elementos del sistema hidráulico utilizados son tubos en PVC y galvanizados de distintos diámetros y diferentes longitudes, asimismo utilizamos accesorios

como: codos, uniones en T, válvulas, neoplos, válvula check y una bomba de ½ Hp de potencia; esto en conjunto se encarga de inyectar el líquido para el ensayo y evacuarlo para su recirculación. Dentro del sistema eléctrico los materiales utilizados son: disyuntor, contactor con bobina a 120V, relé térmico, temporizador multirango y cable eléctrico AWG número 18; todo esto provee el voltaje, protección de la bomba y el tiempo exacto de duración del ensayo Jominy.

Palabras Claves

Ensayo de templabilidad, tiempo automatizado y medición de dureza.

1. Introducción

Los tratamientos térmicos son una alternativa para conseguir variaciones en propiedades mecánicas específicas dependiendo del



material, tiempos, temperaturas y tipo de tratamiento térmico.

En la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, en la escuela de Mecatrónica, existe la necesidad de implementar un equipo que facilite realizar prácticas de los conocimientos teóricos obtenidos en las aulas, por lo cual nos enfocamos en el área de tratamientos térmicos, específicamente la templabilidad de los aceros.

El presente proyecto surge de la necesidad de contar con un módulo didáctico que permita realizar ensayos de templabilidad de los aceros.

2. Desarrollo

Al momento de realizar el diseño de la máquina Jominy se debe tomar en cuenta ciertas consideraciones: dimensiones de su estructura, dimensiones del sistema hidráulico, materiales de construcción, caudal del fluido para realizar el ensayo, potencia de la bomba, y propiedades de los materiales utilizados.

2.1 Cálculo y diseño del tanque porta probetas

Para dimensionar las medidas del tanque porta probetas se realizó mediante pruebas, a partir del diámetro que alcanza el hongo del fluido durante el ensayo que es de

Para lograr este objetivo se construirá una máquina de ensayo Jominy que nos permite realizar el temple de las probetas, mediante un durómetro medir la dureza y obtener nuestros datos para la elaboración de la curva Jominy de un acero.

Con este fin se utilizó una bomba de rodete periférico de $\frac{1}{2}$ hp y tuberías para transportar el agua durante el proceso de temple. El sistema está diseñado para que el líquido utilizado en el temple este en constante recirculación mediante la duración del ensayo (10 minutos) de temple de las probetas.

aproximadamente 20 cm, de igual manera para determinar la altura del mismo, se ha tomado en cuenta todos los elementos que lo constituirán, como la altura en que se encuentra la boquilla, la altura a la que estará suspendida la probeta, la altura que se encontrara el porta probetas, la probeta (ASTM A -255, 2002).

Por lo tanto se selecciona un tanque estandarizado con las siguientes medidas:

Diámetro = 24 cm

Altura = 21 cm.



2.2 Cálculo y diseño del tanque alimentador

Para dimensionar las medidas del tanque alimentador se impone los siguientes criterios, como es el volumen del líquido necesario que es de 14 litros aproximadamente, necesarios para el ensayo, garantizando un caudal constante, cumpliendo con los parámetros de la norma (ASTM A -255, 2002), también debe de ser de dimensiones similares a las del tanque porta probetas .

Por lo tanto se selecciona un tanque estandarizado con las siguientes medidas:

Diámetro = 26 cm

Altura =27 cm,

2.3 Cálculo y diseño del tanque auxiliar de enfriamiento

Para dimensionar se parte de las dimensiones de la probeta, para calcular su altura, y el diámetro brinde suficiente espacio para poder manipularla (Shigley, 2008).

Por lo tanto se selecciona un tanque estandarizado con las siguientes medidas:

Diámetro = 10 cm

Altura = 15 cm.

2.4 Selección de Materiales.

En la Tabla 1 se indica los materiales seleccionados para la construcción de: el tanque porta probetas, tanque alimentador y del tanque auxiliar de enfriamiento, en base a sus funciones.

Tabla 1. Materiales utilizados para la construcción de la estructura de la máquina Jominy.

MATERIAL	ASTM A -36	AISI 305
APLICACIONES	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Construcción de estructuras en general. ➤ Fabricación de tanques. ➤ Estructuras de puentes. ➤ Tubería de grandes dimensiones, entre otras. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Debido a su buena resistencia a la corrosión, se utiliza en la industria alimenticia, frutícola, construcción entre otras.

Fuente: Catalogo IPAC

2.5 Cálculo y selección del sistema hidráulico

El sistema hidráulico deberá estar dimensionado de acuerdo a la norma cumpliendo los parámetros del ensayo, ya que debe de ser lo más exacto posible.

2.5.1 Cálculo y selección de la tubería

De acuerdo con la Norma (ASTM A -255, 2002), a la cual se rige, el caudal aproximadamente, necesario y suficiente para realizar el ensayo Jominy es de $150\text{cm}^3/\text{s}$ ($0,15 * 10^{-3}\text{m}^3/\text{s}$).



Según BUDSCH: La determinación del diámetro nominal de la tubería para un sistema hidráulico con alturas menores a 100 metros ($H_f < 100m$) se da por la ecuación (1):

$$d = \sqrt[7]{0,052 * Q^3} \quad (1)$$

Donde:

d : Diámetro nominal de la tubería (m)

Q : Gasto máximo alimentado o Caudal (m^3/s)

Remplazando en la ecuación (1) tenemos:

$$d = \sqrt[7]{0,052 * (0,15 * 10^{-3} m^3/s)^3}$$

$$d = 0,015m$$

$$d = 15mm \approx 3/4 plg$$

Según (Mott, 2006): en un sistema hidráulico la línea de succión, debe ser siempre de mayor diámetro que la línea de descarga.

2.5.2 Potencia de la bomba

Según (Mataix, 1986): La potencia necesaria en el sistema hidráulico está dada por la ecuación (2).

2.5.3 Selección de materiales

$$P = \frac{Q * \gamma * H_b}{\eta} \quad (2)$$

Donde:

Q : Caudal (m^3/s)

γ : Peso Especifico (N/m^3)
(1)

H_b : Altura de la bomba (m)

η : Rendimiento total de la bomba

Al no existir curvas de funcionamiento de bombas de características similares a las necesarias que son de una potencia demasiado baja, que requiere el sistema hidráulico, se asume que la bomba tendrá un rendimiento del 75%.

$$P = \frac{\left(\frac{0,15 * 10^{-3} m^3}{s}\right) * 9810 \frac{N}{m^3} * 1,28m}{0,75}$$

$$P = 25W$$

$$P = 25W \frac{HP}{745,7W}$$

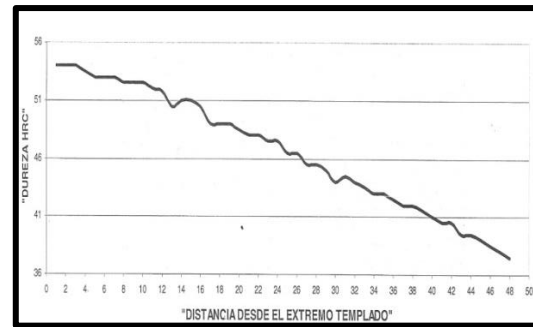
$$P = 0,034HP$$

En la Tabla 2 se indica los materiales seleccionados para la construcción del sistema hidráulico, en base a sus funciones.

Tabla 2 Materiales utilizados para la construcción del sistema hidráulico.

MATERIALES	ACCESORIOS	APLICACIONES
PVC	Tuberías	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Conductor de agua y vapor. ➤ Instalación de fábricas y gasolineras.
	Accesorios	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Invernaderos. ➤ Entre otros.
GALVANIZADO	Tuberías	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Conducción de fluidos a presión. ➤ Fabricación de andamios.
	Accesorios	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Fabricación de andamios. ➤ Entre otros.
BRONCE	Válvula <u>Check</u>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ En el conducto de fluidos para prevenir el golpe de ariete
	Boquilla	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Salida del fluido

Fuente: Catalogo IPAC

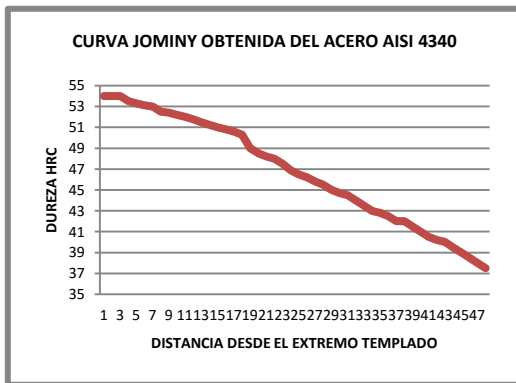


Fuete: (Villacis, 2007)

3. Resultados

En la las figuras 1 y 2, se presenta la curva de dureza obtenida en el ensayo de templabilidad para los aceros AISI 4340. Y para estos mismos aceros según (Villacis, 2007), con la finalidad de verificar el correcto funcionamiento del equipo construido.

ACERO AISI 4340



En las figuras de arriba se puede observar que la curva obtenida con nuestro equipo de ensayo Jominy, es similar a la curva que hemos tomado como referencia de (Villacis, 2007) para validar nuestros resultados; por lo tanto las pruebas realizadas en la maquina Jominy demuestran su correcto funcionamiento, así que el equipo en su totalidad es un diseño dinámico y fácil de usar.

4. Conclusiones

La implementación de este proyecto permite poner en práctica los conocimientos adquiridos, mediante el proceso de realizar un tratamiento térmico de temple de los aceros.

El funcionamiento de la máquina Jominy es el adecuado ya que cumple con todos los parámetros requeridos al momento de la



realización del ensayo, una película de agua uniforme y en forma de hongo concéntrico.

La máquina Jominy está lista para ser utilizada en prácticas de templabilidad de los aceros ya sean estos de bajo o alto contenido de carbono.

5. Referencias bibliográficas

LIBROS

Mataix, C. (1986). *Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas*. España: Ediciones del castillo S.A.

Mott. (2006). *Mecánica de fluidos Sexta Edición*. México: pearson educación.

Shigley, J. (2008). *Diseño de ingeniería mecánica*. Mexico: Mac Graw-Hill.

Villacis, M. (2007). *Máquina Jominy*. Ambato: Universidad Tecnica de Ambato.

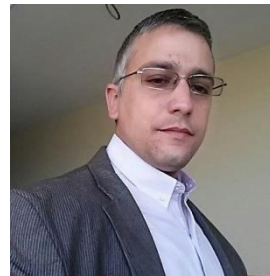
Normas para Ensayos, Recuperado de <
[<http://www.ASTM.es/letra/noms/edors/>](http://www.ASTM.es/letra/noms/edors/),20
[05S](#)

Mejía J., Autor



Estudiante de la Carrera de Ingeniería en Mecatrónica de la Universidad Técnica del Norte

Iglesias I., Autor



Docente de la Carrera de Ingeniería en Mecatrónica de la Universidad Técnica del Norte



Summary_ In the thesis project the results of an investigation to determine whether the design and construction of a machine for Jominy test ensures the experiments testing heat treatments specifically hardenability of steels are presented. Jominy test machine was built for the tempering of specimens under standard ASTM A255; materials used in its structure and structural angle iron steel and ASTM A-36 and iron AISI 305 stainless steel, so it is possible to obtain an extremely appropriate structure for practices hardenability Jominy test.

Besides the elements of the hydraulic system are used in PVC and galvanized pipes of different diameters and different lengths also use accessories such as elbows, T-joints, valves, neplós, check valve and pump ½ hp; this together is responsible for injecting the liquid for testing and dispose for recirculation. Within the electrical system materials used are: circuit breaker, contactor coil 120V, thermal relay, timer and power cord multispan number 18 AWG; this provides the voltage, pump protection and the exact duration of the Jominy test.

Keywords

Hardenability test, automated time and hardness measurement.

1. Introduction

Heat treatments are an alternative for variations in specific mechanical properties depending on the material, times, temperatures and type of heat treatment.

In the Faculty of Engineering of Applied Science in School Mechatronics, there is a need to deploy a team to facilitate internships of theoretical knowledge gained in the classroom, so we focus on the area of thermal treatments, specifically hardenability steels.

This project arises from the need for a training module to permit test hardenability of steels.

To achieve this objective Jominy test machine that allows us to realize the mettle of the specimens, using a durometer hardness measurement and get our data for the development of the Jominy curve of the steel will be built.

To this end peripheral pump impeller ½ hp and pipes to transport water during the tempering process was used. The system is designed so that the liquid used in the temple this constant recirculation through the test duration (10 minutes) hardening of the specimens.



2. Development

At the time of the design of the Jominy machine must take into account certain considerations: dimensions of its structure, dimensions of the hydraulic system, building materials, fluid flow rate for the test, pump power, and material properties used.

2.1 Calculation and specimen holder tank design

Sizing measures the tank holder specimens was performed using evidence from the diameter reaching fungus fluid during the test which is approximately 20 cm, in the same way to determine the height of it, it has taken into account all elements that constitute it, as the nozzle height is the height at which the specimen is suspended, the height that the specimen holder is found, the specimen (ASTM a -255, 2002).

Therefore a standardized tank with the following measurements are selected:

Diameter = 24 cm

Height = 21 cm.

2.2 Calculation and design of the feeder tank

Sizing feeder tank measurements the following criteria are imposed, as is the

liquid volume necessary is approximately 14 liters required for the assay, ensuring a constant flow, meeting the parameters of the standard (ASTM A -255, 2002), also should be similar to the tank holder specimen dimensions.

Therefore a standardized tank with the following measurements are selected:

Diameter = 26 cm

Height = 27 cm,

2.3 Calculation and design of the auxiliary cooling tank

To size is part of the specimen dimensions to calculate its height and diameter provide sufficient space to manipulate (Shigley, 2008).

Therefore a standardized tank with the following measurements are selected:

Diameter = 10 cm

Height = 15 cm.

2.4 Materials Selection.

In Table 1 the selected materials for constructing follows: the tank holder specimens, feeder tank and the auxiliary cooling tank, based on their functions.



Table 1. Materials used for the construction of the structure of the Jominy machine.

MATERIAL	ASTM A-36	AISI 305
APLICACIONES	<ul style="list-style-type: none"> > Construcción de estructuras en general. > Fabricación de tanques. > Estructuras de puentes. > Tubería de grandes dimensiones, entre otras. 	<ul style="list-style-type: none"> > Debido a su buena resistencia a la corrosión, se utiliza en la industria alimenticia, frutícola, construcción entre otras.

Fuente: Catalogo IPAC

2.5 Calculation and selection of the hydraulic system

The hydraulic system should be sized according to the standard compliance test parameters, and it must be as accurate as possible.

2.5.1 Calculation and selection of pipe

According to the Standard (ASTM A - 255, 2002), which is regulated, the flow approximately necessary and sufficient for the Jominy test is $150\text{cm}^3/\text{s}$ ($0,15 * 10^{-3}\text{m}^3/\text{s}$).

According BUDSCH: Determining the nominal diameter of the pipe to a hydraulic system with lower heights to 100 meters ($H_f < 100\text{m}$) is given by equation (1):

$$d = \sqrt[7]{0,052 * Q^3} \quad (1)$$

Where:

d: nominal pipe diameter (m)

Q: Maximum expenditure fed or flow (m^3/s)

Replacing in equation (1) we have:

$$d = \sqrt[7]{0,052 * (0,15 * 10^{-3}\text{m}^3/\text{s})^3}$$

$$d = 0,015\text{m}$$

$$d = 15\text{mm} \approx 3/4 \text{ plg}$$

According (Mott, 2006): in a suction line hydraulic system, must always be larger in diameter than the discharge line.

2.5.2 Pump power

According (Mataix, 1986): The power required in the hydraulic system is given by equation (2).

$$P = \frac{Q * \gamma * H_b}{\eta} \quad (2)$$

Where:

Q: Flow rate (m^3/s)

γ : Specific Gravity (N/m^3)

H_b : pump height (m)

η : Total return pump

With no operating curves pumps similar to those needed that are too low power, (1)

requiring the hydraulic system, the pump is assumed to have a 75% yield characteristics.

$$= \frac{\left(\frac{0,15 * 10^{-3} m^3}{s}\right) * 9810 \frac{N}{m^3} * 1,28m}{0,75}$$

$$P = 25W$$

$$P = 25W \frac{HP}{745,7W}$$

$$P = 0,034HP$$

2.5.3 Selection of materials

Table 2 shows selected for the construction of the hydraulic system indicated materials, based on their functions.

Table 2 Materials used for the construction of the hydraulic system.

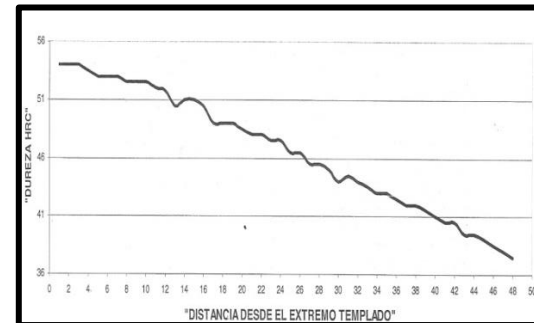
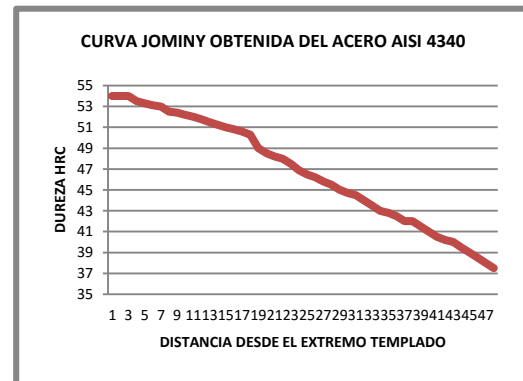
MATERIALES	ACCESORIOS	APLICACIONES
PVC	Tuberías	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Conductor de agua y vapor. ➤ Instalación de fábricas y gasolineras.
	Accesorios	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Invernaderos. ➤ Entre otros.
GALVANIZADO	Tuberías	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Conducción de fluidos a presión. ➤ Fabricación de andamios.
	Accesorios	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Fabricación de andamios. ➤ Entre otros.
BRONCE	Válvula Check	➤ En el conducto de fluidos para prevenir el golpe de ariete
	Boquilla	➤ Salida del fluido

Fuente: Catalogo IPAC

3. Results

In Figures 1 and 2, the hardness curve obtained in the test hardenability for steel AISI 4340. And for these same steels as (Villacis, 2007), in order to verify the correct operation of equipment built occurs.

AISI 4340 STEEL



Fuete: (Villacis, 2007)

In the figures above it can be seen that the curve obtained with our team Jominy test is similar to the curve we have taken as reference (Villacis, 2007) to validate our results; therefore tests on the machine Jominy demonstrate proper operation, so the whole team is a dynamic and user-friendly design.

4. Conclusions



The implementation of this project allows to implement the knowledge acquired through the process of making a hardening heat treatment of steels.

Jominy operation of the machine is right because it meets all the required parameters when

The Jominy machine is ready for use in practices hardenability of steels whether these low or high carbon content. performing the assay, a film of water and uniformly shaped concentric fungus.

5. References

BOOKS

Mataix, C. (1986). *Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas*. España: Ediciones del castillo S.A.

Mott. (2006). *Mecánica de fluidos Sexta Edición*. México: pearson educación.

Shigley, J. (2008). *Diseño de ingeniería mecánica*. Mexico: Mac Graw-Hill.

Villacis, M. (2007). *Máquina Jominy*. Ambato: Universidad Tecnica de Ambato.

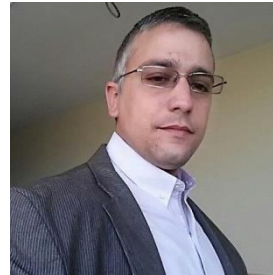
Normas para Ensayos, Recuperado de <
<http://www.ASTM.es/lletra/noms/edors/>>,20
05S

Mejía J., Autor



Estudiante de la Carrera de Ingeniería en Mecatrónica de la Universidad Técnica del Norte

Iglesias I., Autor



Docente de la Carrera de Ingeniería en Mecatrónica de la Universidad Técnica del Norte



FICA, Vol. X, No. X, MES 20XX