

Proyecto

Optimización y estandarización de los tratamientos térmicos.

Responsable: M. en I. Agustín Gerardo Ruiz Tamayo, Área de Fundición y Materiales, Departamento de Ingeniería Metalúrgica.

Responsable en Planta: IQM. Omar Sánchez Ballesteros.

Introducción.

El término “tratamiento térmico” cubre procesos tales como: recocido, templado, revenido, termoquímico y tratamientos termomecánicos (formación/conformación durante el calentamiento controlado).

La ciencia de los tratamientos térmicos trata con los factores y mecanismos implicados en el control de la composición química y propiedades. La tecnología industrial de los procesos de los tratamientos térmicos trata de “hacerlo bien” económica, operacional y ambientalmente.

Los parámetros más importantes de los tratamientos térmicos son, por mencionar algunos: temperatura y tiempo del tratamiento, así como la velocidad de enfriamiento. Para un acero los puntos críticos (transformación-temperatura) puede variar dependiendo de su composición química, el acomodo de las piezas dentro del horno (en el caso del tratamiento a muchas piezas empaquetadas) y el historial térmico, y por lo tanto deben de ser determinado experimentalmente.

La adecuada selección de variables y ejecución del proceso conllevará a la unificación de los procedimientos que son utilizados en el mismo, lo cual conlleva a la estandarización.

Para el presente proyecto se estudiará el efecto de 4 factores sobre las propiedades mecánicas: Distribución de las piezas dentro del horno, temperatura y tiempo de tratamiento, además de la posición del quemador.

Hipótesis.

La selección adecuada de la temperatura y tiempo del tratamiento térmico de recocido junto con una buena distribución de las piezas dentro del horno y de la posición del quemador en el horno, traerá como consecuencias obtener la microestructura y por ende las propiedades mecánicas esperadas, de la optimización del proceso seleccionando las variables con mejores resultados dentro del diseño de experimentos, maximizando el número de piezas correctamente tratadas y minimizando tiempos y costos de operación; además de la estandarización del proceso.

Objetivos.

- Estandarizar el tratamiento térmico de recocido en piezas de acero.
- Reducir los tiempos y movimientos del tratamiento térmico.
- Identificar las variables significativas que afectan al tratamiento térmico.
- Determinar la eficacia del tratamiento térmico verificando el cambio en la microestructura, el verificar en el tamaño de grano y observando que fases y micro constituyentes existen en el metal así como el porcentaje en el que se encuentran.
- Analizar que cambio tiene el tratamiento térmico en las propiedades de los aceros por medio de la microestructura determinando que fases y micro constituyentes están presentes y que impacto tienen en las propiedades físicas.

Metas.

- Estandarizar el proceso del tratamiento térmico de recocido.
- Generar estadísticos que conlleven a la optimización del proceso.

Metodología.

Aplicar el diagrama de Gantt, para planificar y programar las tareas en base al diseño de experimentos para el tiempo en que realizará el proyecto.

Se hará un estudio para el tratamiento de recocido y los parámetros para determinar la efectividad del mismo, serán por medio del ensayo de dureza y analizando el tamaño de grano para garantizar que el cambio en la microestructura es el adecuado de acuerdo al tratamiento térmico sometido. Para esto se aplicará el diagrama de Gantt, para planificar y programar las tareas en base al diseño de experimentos para el tiempo en que realizará el proyecto.

Se manejará un diseño factorial 2^k , tomando como referencia que se estudiarán 4 factores a 2 niveles en el horno, lo anterior se muestra en la **Tabla 1**. Los niveles para cada factor se determinarán en base al análisis de la información registrada en la Planta (gráficos, indicadores del tratamiento térmico).

Tabla 1. Factores bajo estudio a 2 niveles en el horno.

Factores	Nivel bajo	Nivel alto
(A) Horno (distribución de las piezas)	Empaquetamiento semi compacto, con separacion de 1" entre las piezas	Empaquetamiento compacto, si separacion entre las piezas
(B) Quemador (Posición)	Posición 1	Posición 2
(C) Temperatura: (Temperatura de recocido)	Temperatura de austenizacion sin sobrecalentamiento	Temperatura de austenizacion + 50°C de sobrecalentamiento
(D) Tiempo (tiempos de permanencia)	30 min por pulgada de seccion critica	60 min por pulgada de seccion critica

De acuerdo a los factores y niveles establecidos en la **Tabla 1**, se realiza el diseño de experimentos factorial, el cual se presenta en la **Tabla 2**.

Tabla 2.Matriz del diseño de experimentos.

<i>Prueba</i>	<i>Notación de Yates</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>
1	(1)	-	-	-	-
2	a	+	-	-	-
3	b	-	+	-	-
4	ab	+	+	-	-
5	c	-	-	+	-
6	ac	+	-	+	-
7	bc	-	+	+	-
8	abc	+	+	+	-
9	d	-	-	-	+
10	ad	+	-	-	+
11	bd	-	+	-	+
12	abd	+	+	-	+
13	cd	-	-	+	+
14	acd	+	-	+	+
15	bcd	-	+	+	+
16	abcd	+	+	+	+

Infraestructura. Este proyecto se realizará en Fundiciones Nardo S.A. de C.V. El alumno contará con todo lo necesario para llevar a cabo la parte experimental, así mismo se le proporcionará el equipo de protección personal.

Cronograma de actividades.

Actividad	Semana
1. Generar Diagrama de Gantt (Planear, Hacer, Verificar, Estandarizar). 2. Revisión bibliográfica e información de planta referente a: <ul style="list-style-type: none"> Recopilación de información de los tratamientos implementados en planta (estadísticas, hojas de control de hornos, temperaturas y tiempos, etc). Consumibles. Rechazos por tratamiento térmico. Revisión del avance del marco teórico (semana 3). 	1, 2, 3
3. Revisión de hornos: <ul style="list-style-type: none"> Obtener indicadores y gráficas del tratamiento térmico (temperatura, tiempo y tipos de pieza). Generar información para tiempos de calentamiento, permanencia y enfriamiento). 	3, 4
4. Mantenimiento a hornos, aplicación de 5's.	4, 5

<ul style="list-style-type: none"> • Revisión del avance del desarrollo experimental (semana 5). 	
5. Aplicación del diseño de experimentos y ensayos de dureza.	5, 6, 7, 8, 9, 10,11
6. Verificar resultados en base a lo establecido en el Diagrama de Gantt. 7. Aplicar DOE en base a los resultados obtenidos del diseño de experimentos. <ul style="list-style-type: none"> • Revisión del avance de resultados (semana 12). 	11, 12 y 13
8. Análisis de resultados.	13, 14
9. Escritura del informe y entrega. <ul style="list-style-type: none"> • Revisión del avance del proyecto, incluido análisis de resultados y conclusiones (semana 14). 	14, 15 y 16