



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS



RESUMEN – TESIS DE GRADO

AUTORES: WALTER LEONARDO LERMA DIAZ

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA MECÁNICA

DIRECTOR: LUIS EMILIO VERA DUARTE

**TITULO DE LA TESIS: ESTUDIO TEÓRICO PRÁCTICO DEL
FUNCIONAMIENTO DEL HORNO PARA ALIVIO DE TENSIONES RESIDUALES
PARA LOS CILINDROS DE GLP**

RESUMEN

En el siguiente trabajo se analizó el comportamiento tanto de los cilindros como del horno teniendo en cuenta parámetros como distribución de temperatura, eficiencia y velocidades de enfriamiento y calentamiento. Se documentó el horno mediante la elaboración de los manuales de mantenimiento y de operación del horno

CARACTERÍSTICAS

PAGINAS_154_ PLANOS__ ILUSTRACIONES __ CD-ROM__1__

**ESTUDIO TEÓRICO PRÁCTICO DEL FUNCIONAMIENTO DEL HORNO PARA
ALIVIO DE TENSIONES RESIDUALES PARA LOS CILINDROS DE GLP**

WALTER LEONARDO LERMA DIAZ

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIA
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA MECÁNICA
SAN JOSÉ DE CÚCUTA
2008**

**ESTUDIO TEÓRICO PRÁCTICO DEL FUNCIONAMIENTO DEL HORNO PARA
ALIVIO DE TENSIONES RESIDUALES PARA LOS CILINDROS DE GLP**

WALTER LEONARDO LERMA DIAZ

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero
Mecánico**

**Director
LUIS EMILIO VERA DUARTE
Ingeniero Mecánico**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIA
PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA MECÁNICA
SAN JOSÉ DE CÚCUTA
2008**



ACTA DE SUSTENTACION DE UN TRABAJO DE GRADO

FECHA : 6 DE JUNIO DE 2008 HORA : 4:00 p. m.

LUGAR : SALA DE FOTOGRAFIA - CREAD - UFPS

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERIA MECANICA

TITULO DE LA TESIS: "ESTUDIO TEORICO PRACTICO DEL FUNCIONAMIENTO DEL HORNO PARA ALIVIO DE TENSIONES RESIDUALES PARA LOS CILINDROS DE GLP"

JURADOS : ALBERTO FALLA ARIAS
SERGIO ELIECER VILLAMIZAR LOPEZ
OLMAR EMIRO QUINTERO MONTEJO

DIRECTOR : INGENIERO LUIS EMILIO VERA DUARTE.

| NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES: | CODIGO | NUMERO | LETRA | CALIFICACION |
|----------------------------|---------|--------|-------------|--------------|
| WALTER LEONARDO LERMA DIAZ | 0122542 | 4,2 | CUATRO, DOS | |

A P R O B A D A

FIRMA DE LOS JURADOS

ALBERTO FALLA ARIAS

SERGIO ELIECER VILLAMIZAR LOPEZ

OLMAR EMIRO QUINTERO MONTEJO

Vo.Bo.

CAMILO ALBERTO FLOREZ SANABRIA
Coordinador Comité Curricular

Betty M.

Primordialmente a DIOS por estar a mi lado en los momentos difíciles y mostrarme el camino más adecuado a seguir, y brindarme paz interior.

A mi madre Luz Mabel Diaz Osorio por ser la mejor y estar conmigo incondicionalmente, gracias porque sin ella y dedicación no sería quien soy ahora, a ella le dedico esta tesis. A mi hermana Paola Andrea Lerma, su esposo Genaro Alexander Villamizar, por su apoyo incondicional. No voy a olvidar sus consejos, enseñanzas, ayuda durante mi carrera y su afán incansable de hacer de mi cada día un hombre mejor.

A mis abuelos Orlando Díaz y Ana Osorio, a mis hermanas María Eugenia y Luisa Fernanda Lerma quienes con su cariño y comprensión fueron un apoyo valioso en los momentos difíciles. A mi sobrino Genaro Andrés Villamizar, por ser la luz de mis ojos.

A mis mejores amigos y compañeros Hugo Alberto Gallo y Elkin Contreras que me acompañaron Y me ayudaron durante la carrera, por su buen humor, apoyo y compañía.

AGRADECIMIENTOS

El autor del trabajo expresan sus agradecimientos a:

Ingeniero Luis Emilio Vera Duarte, Director de proyecto del grado. Por brindarme sus conocimientos y tiempo, en la ejecución de este proyecto.

A David Martínez Tecnólogo Electromecánico, por los aportes en el mejoramiento y optimización del proyecto.

Ingeniero Ismael Enrique Ortega, por confiar en mí y brindarme sus conocimientos y tiempo, en la ejecución de este proyecto.

CONTENIDO

| | Pág. |
|---|-------------|
| INTRODUCCIÓN | 21 |
| 1. METALURGIA DE LA SOLDADURA | 24 |
| 1.1 TRANSFERENCIA DE CALOR EN EL CILINDRO | 52 |
| 1.2 ANÁLISIS METALOGRAFICO | 57 |
| 2. CILINDROS Y TANQUES DE COLOMBIA S.A. CINSA | 62 |
| 3. ELABORACIÓN DE UNA PROBETA METALOGRAFICA | 65 |
| 3.1 SELECCIÓN DE LA MUESTRA | 65 |
| 3.2 EL CORTE | 65 |
| 3.3 DESBASTE DE LA MUESTRA | 65 |
| 3.4 MONTAJE | 66 |
| 3.5 DESMONTAJE | 66 |
| 3.6 LIJADO O DESBASTE MECÁNICO | 67 |
| 3.7 PULIDO Y OBSERVACIÓN | 67 |

| | |
|---|----|
| 3.8 ATAQUE Y OBSERVACIÓN METALÚRGICA | 67 |
| 4. ANÁLISIS METALOGRAFICO | 68 |
| 4.1 PREPARACIÓN DE LA MUESTRA | 68 |
| 4.2 ANALISIS MICROESTRUCTURAL DE LA LAMINA DE ACERO JIS 3116 SG 30(SG 295) | 69 |
| 4.2.1 Materiales y equipos | 70 |
| 4.2.2 Procedimiento | 70 |
| 4.3 ANALISIS MICROESTRUCTURAL DEL ACERO SIN TRATAMIENTO TÉRMICO | 71 |
| 4.4 ANÁLISIS MICROESTRUCTURAL DEL ACERO CON TRATAMIENTO TÉRMICO | 72 |
| 4.5 ANÁLISIS MICROESTRUCTURAL DEL ACERO CON TRATAMIENTO TÉRMICO | 73 |
| 4.6 ANÁLISIS MICROESTRUCTURAL DEL CORDON DE SOLDADURA SIN TRATAMIENTO TÉRMICO | 75 |
| 4.7 ANÁLISIS MICROESTRUCTURAL DEL CORDON DE SOLDADURA CON TRATAMIENTO TÉRMICO | 75 |
| 4.8 ANÁLISIS MICROESTRUCTURAL DEL CORDON DE SOLDADURA CON TRATAMIENTO TÉRMICO | 76 |
| 4.9 RECOMENDACIONES PARA REALIZAR EL NORMALIZADO DE SOLDADURA | 77 |

| | |
|--|----|
| 5. EFICIENCIA DEL HORNO | 79 |
| 5.1 DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN | 79 |
| 5.2 CALOR EN EL ACERO | 80 |
| 5.3 CALOR EN LOS GASES QUEMADOS | 82 |
| 5.4 BALANCE DE PÉRDIDAS DE CALOR POR CONDUCCIÓN A TRAVÉS DE LAS PAREDES | 86 |
| 5.4.1 Pérdidas totales a través de las paredes | 88 |
| 5.5 RADIACIÓN A TRAVÉS DE PUERTAS ABIERTAS | 88 |
| 5.6 TIEMPO DE CALENTAMIENTO DE UN CILINDRO | 91 |
| 5.6.1 Conservación de energía | 91 |
| 5.6.2 Propiedades del cilindro | 93 |
| 5.6.3 Propiedades del acero | 93 |
| 5.6.4 Propiedades de los gases $T_{\infty} = 600 \text{ }^{\circ}\text{C}$ | 93 |
| 5.6.5 Calculo del coeficiente de convección h | 93 |
| 5.6.6 Calculo de Número de Reynolds | 94 |
| 5.6.7 Cálculo de Nuselt | 95 |

| | | |
|-------|---------------------------------------|-----|
| 5.6.8 | Calculo de h | 96 |
| 5.7 | TIEMPO DE ENFRIAMIENTO EN UN CILINDRO | 97 |
| 5.7.1 | Balance de energía | 97 |
| 5.7.2 | Coeficiente de convección h | 99 |
| 5.7.3 | Cálculo de Rayler | 100 |
| 5.7.4 | Calculo de Nusselt | 101 |
| 5.7.5 | Cálculo de h | 101 |
| 5.7.6 | Cálculo del tiempo | 102 |
| 5.8 | DISTRIBUCION DE TEMPERATURA | 103 |
| 5.8.1 | Toma de datos | 103 |
| 6. | MANUAL DE OPERACIÓN Y FUNCIONAMIENTO | 105 |
| 6.1 | PARÁMETROS DE CONTROL | 105 |
| 6.2 | RIESGOS EXPUESTOS | 105 |
| 6.3 | CONDICIONES GENERALES | 106 |
| 6.3.1 | Generalidades | 106 |

| | |
|---|-----|
| 6.3.2 Tratamiento térmico con GLP | 107 |
| 6.3.3 Tratamiento térmico con gas natural | 107 |
| 6.3.4 Continuidad a la actividad | 108 |
| 6.4 CONDICIONES DE SEGURIDAD | 115 |
| 6.4.1 Material no conforme | 116 |
| 6.4.2 Materiales | 117 |
| 6.5 ELEMENTOS Y/O HERRAMIENTAS | 117 |
| 6.5.1 Material no conforme | 118 |
| 6.5.2 Materiales | 118 |
| 6.5.3 Elementos y/o herramientas | 118 |
| 6.5.4 Identificación de las zonas | 118 |
| 7. RECOMENDACIONES PARA EL MANTENIMIENTO | 126 |
| 8. CONCLUSIONES | 132 |
| BIBLIOGRAFÍA | 133 |
| ANEXOS | 134 |