

# **MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO MAQUINA COMPRESORA**

## **AUTORES:**

**John Fredy Bernal Bautista**

**Daniel Alfonso Ardila Suarez**

## **DIRECTOR:**

**MCs. Arly Dario Rincon Quintero**

**Facultad de Ciencias Básicas e Ingeniería**

**Unidades Tecnológicas de Santander**

**2017**

## 1. INFORMACION GENERAL

La máquina compresora es utilizada en los procesos de compresión de materiales termoestables mediante el calentamiento de un molde que está compuesto por dos secciones uno fijo y uno móvil, además la máquina cuenta con un tablero de control para efectuar un encendido y temperatura de operación automático. La máquina trabaja con GLP (propano) en cilindro.

## 2. MATERIA PRIMA

Este proyecto tiene como objetivo principal procesar los residuos plásticos generados en las Unidades Tecnológicas de Santander, específicamente PET.

La máquina compresora cuenta con la capacidad de procesar algunos tipos de polímeros como son: alta y baja densidad, PP (Polipropileno) y el PET en resina o estado virgen.

Tabla 1: Propiedades físicas del PET

Propiedades Físicas	
Absorción de agua – Equilibrio (%)	< 0.7
Densidad	1.3 – 1.4
Índice Refractivo	1.58 – 1.64
Inflamabilidad	Auto extinguiible
Resistencia a ultravioletas	Buena

Tabla 2: Propiedades mecánicas del PET

Propiedades Mecánicas	
Coefficiente de fricción	0.2 – 0.4
Dureza - Rockwell	M94 - 101
Resistencia a la tensión (Mpa)	190 - 160
Resistencia al impacto (1/Jm)	13 – 35

Tabla 3: Propiedades térmicas del PET

Propiedades Térmicas	
Calor específico (KJ.1/Kg.1/K)	1.2 – 1.35
Coefficiente de expansión térmica(*10 <sup>-6</sup> * K <sup>-1</sup> )	20-80

Conductividad térmica ( W/k*m)	0.15 – 0.4
Temperatura de máxima utilización (°C)	115-170
Temperatura de mínima utilización (°C)	-40 - -60

## 3. VALORES PORCENTUALES PARA LAS PRUEBAS EXPERIMENTALES

Para determinar cómo hacer las pruebas se basó en la propuesta titulada “un material compuesto con base al PET reciclado con aplicaciones en construcción” publicada el año 2011 con Autor Diana Stella Ramírez Luna (Ramirez, 2011), la cual consistió en la elaboración de unas probetas utilizando como materia prima fibra de vidrio, fibra mineral, resina de PET y PET reciclado, llegando a la conclusión de que durante la elaboración de las probetas, la utilización de la fibra de vidrio así como la fibra mineral con porcentajes de 30, 15 y 5 % no es posible, debido a que la mezcla con el PET no logra llegar a un grado de uniformidad durante la fundición, sin embargo cuando se emplea resina de PET y es mezclada con porcentajes de 5 y 10% de PET reciclado se obtienen mejores resultados. De acuerdo a lo anterior el autor nos da a comprender que no se puede llegar a obtener un modelo termoplástico con materia prima solo de PET reciclado, porque el resultado es un material demasiado frágil (Vítreo). En cambio cuando se trabaja con PET reciclado en una proporción del 5, 10 y 15% mezclado con resina de PET (virgen) se obtienen mejores resultados.

Por tanto se decidió trabajar con una mezcla comprendida por resina de PET (en base másica) de alta y baja densidad y PET reciclado en una proporción del 5% 10% y 15% de este último.

Para verificar lo anterior se puede hacer 9 pruebas:

- **Prueba N°1**

Mezcla de PET reciclado y resina de PET de alta densidad (PET virgen de alta densidad) a una razón de 5/95 respectivamente hasta llevar al tiempo y temperatura requerida de fusión.

- **Prueba N°2**

Mezcla de PET reciclado y resina de PET de alta densidad (PET virgen de alta densidad) a una razón de 10/90 respectivamente hasta llevar al tiempo y temperatura requerida de fusión.

- **Prueba N°3**

Mezcla de PET reciclado y resina de PET de alta densidad (PET virgen de alta densidad) a una razón de 15/85 respectivamente hasta llevar al tiempo y temperatura requerida de fusión.

- **Prueba N°4**

Mezcla de PET reciclado y resina de PET de baja densidad (PET virgen de baja densidad) a una razón de 5/95 respectivamente hasta llevar al tiempo y temperatura requerida de fusión.

- **Prueba N°5**

Mezcla de PET reciclado y resina de PET de baja densidad (PET virgen de baja densidad) a una razón de 10/90 respectivamente hasta llevar al tiempo y temperatura requerida de fusión.

- **Prueba N°6**

Mezcla de PET reciclado y resina de PET de baja densidad (PET virgen de baja densidad) a una razón de 15/85 respectivamente hasta llevar al tiempo y temperatura requerida de fusión.

- **Prueba N°7**

PET reciclado 100% hasta llevar al tiempo y temperatura requerida de fusión.

- **Prueba N°8**

Resina de PET de baja densidad 100% hasta llevar al tiempo y temperatura requerida de fusión.

- **Prueba N°9**

Resina de PET de alta densidad 100% hasta llevar al tiempo y temperatura requerida de fusión.

#### 4. DESCRIPCION Y FUNCIONAMIENTO

En la figura 1 se observa la maquina compresora.

Figura 1: Maquina compresora



Fuente: Autores

#### 4.1 Parámetros de operación

- Voltaje: 110 V
- Frecuencia: 60HZ
- Corriente nominal: 0.8 Amp
- Temperatura máxima: 450 °C
- Combustible: Gas propano
- Materia Prima: Termoplásticos

## 4.2 COMPONENTES TABLERO DE CONTROL MAQUINA COMPRESORA

A continuación se especifica cada elemento que hace conforma el control de la maquina compresora para su correcto funcionamiento.

### 4.2.1 Controlador de temperatura Autonics TC4Y

Este controlador de temperatura es el encargado de las condiciones de temperatura a la cual cada tipo de polímero se funde, de acuerdo a la programación que se le proporcione.

Figura 2: Controlador de temperatura



Fuente: Autores

### 4.2.2 Termocupla tipo J

La termocupla es la encargada de sensar el calor proporcionado en el horno y enviar la señal al control de temperatura.

Figura 3: Termocupla



Fuente: Autores

### 4.2.3 Selector de perilla telemecanique

El selector de perilla es el encargado de proporcionarle la energía al control de

temperatura para que la maquina compresora empiece a operar.

Figura 4: Selector de perilla



Fuente: Autores

### 4.2.4 Piloto indicador marca CHINT

El bombillo indicador es el encargado de indicar el funcionamiento de la electroválvula que efectúa el paso del gas al horno

Figura 5: Bombillo indicador



Fuente: Autores

### 4.2.5 Relevos marca Relpol

El relevo tiene bobina 110 V, es el encargado de controlar la energía a la electroválvula y a la bobina del temporizador.

Figura 6: Relevos



Fuente: Autores

#### 4.2.6 Temporizador marca idec izumi Modelo GT3A-3AF20

El temporizador es el encargado de controlar el tiempo de chispa para el encendido automático.

Figura 7: Temporizador

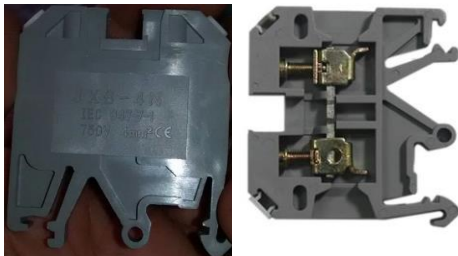


Fuente: Autores

#### 4.2.7 Bornera marca Schneider JXB - 4N

La finalidad de las borneras es poder distribuir adecuadamente la fase y el neutro de la alimentación.

Figura 8: Bornera



Fuente: Autores

### 4.3 COMPONENTES DE POTENCIA

#### 4.3.1 Distribuidor de corriente para chispero

El distribuidor de corriente es el encargado de proporcionar la energía suficiente a la bujía para producir la chispa del encendido automático.

Figura 9: Distribuidor de corriente



Fuente: Autores

#### 4.3.2 Electroválvula para gas

La electroválvula es la encargada de controlar el flujo de gas hacia el horno.

Figura 10: Electroválvula



Fuente: Autores

#### 4.3.3 Bujía para horno industrial

La bujía es la encargada de proporcionar la chispa al horno para el encendido automático.

Figura 11: Bujía horno



Fuente: Autores

## **5. SEGURIDAD**

### **5.1 Precauciones**

En el momento de manipular la maquina compresora se debe tener cuidado con los elementos calientes como también con los componentes de energía eléctrica.

### **5.2 Reglas generales de seguridad**

- El operario debe contar con los EPP adecuados, tales como guantes para operar altas temperaturas, botas dieléctricas, gafas, entre otros.
- Leer y comprender el manual de usuario antes de iniciar cualquier operación.
- Tener cuidado con las superficies de la máquina.
- No acercarse a elementos cortos punzantes al sistema eléctrico.
- No derramar sustancias corrosivas o inflamables a la máquina.
- No acercarse a elementos que le proporcionen calor al cilindro, ya que el combustible utilizado es gas propano considerado un gas altamente inflamable y explosivo.
- En caso de accidente ocurrido mientras es operada la máquina, hay que desenergizar y acudir a enfermería inmediatamente.
- No encender la maquina hasta no estar seguro que no hay riesgo de accidente.
- Personas no autorizadas no pueden operar la máquina.
- No usar joyas o cualquier elemento metálico que sea conductor de calor al momento de operar la máquina.

## **6. MANTENIMIENTO**

Es de importancia tener en cuenta el mantenimiento de la maquina con el fin de garantizar el correcto funcionamiento, conservar la eficiencia y alargar la vida útil del equipo.

Los tipos de mantenimiento comúnmente conocidos son el preventivo y el correctivo.

### **6.1 Mantenimiento preventivo**

El mantenimiento preventivo es el destinado a la conservación de equipos o instalaciones mediante la realización de revisión y reparación que garanticen su buen funcionamiento y fiabilidad, se realizan acciones como:

- Lubricar del tornillo sinfín del gato mecánico.
- Lubricar la guía del colchón mecánico.
- Revisar el fisto de gas.
- Revisar contenido del gas del cilindro.
- Limpieza de impurezas dentro del horno.
- Revisar conexiones eléctricas que no estén sulfatadas.
- Revisar que el filtro del regulador de gas no este obstruido por impurezas.

### **6.2 Mantenimiento correctivo**

Se denomina mantenimiento correctivo, aquel que corrige los defectos observados en los equipamientos o instalaciones, es la forma más básica de mantenimiento y consiste en localizar averías o defectos y corregirlos o repararlos.

Este mantenimiento se efectúa en la maquina compresora cuando algún componente eléctrico o mecánico falle repentinamente y se tenga que cambiar la pieza o elemento.

### 6.3 Programa de mantenimiento

Tabla 4: Plan de mantenimiento

PLAN DE MANTENIMIENTO						
ELEMENTO	MARCA	C/D P	D	S	M	A
Control de temperatura	Autonic s					x
Termocupla	Tipo J					x
Selector de perilla	Telemecanique					x
Piloto	CHINT					x
Temporizador	idec izumi Modelo GT3A-3AF20					x
Relevo	Relpol					x
Borneras	Schneider JXB-4N					x
Distribuidor de Corriente	-----					x
Electroválvula para gas	SLG				x	
Bujía	-----		x			
Horno	abba	x				
Gato Mecánico	Auto style				x	
Cilindro de Gas	Gasán			x		
Manguera de Gas	-----				x	
Resortes	-----				x	
Molde	-----	x				

Fuente: Autores

*Nota:* Especificaciones de cada letra:

C/D P: Cada Prueba

D: Diario

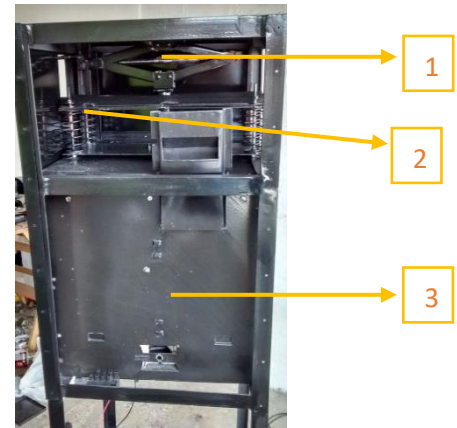
S: semanal

M: mensual

A: anual

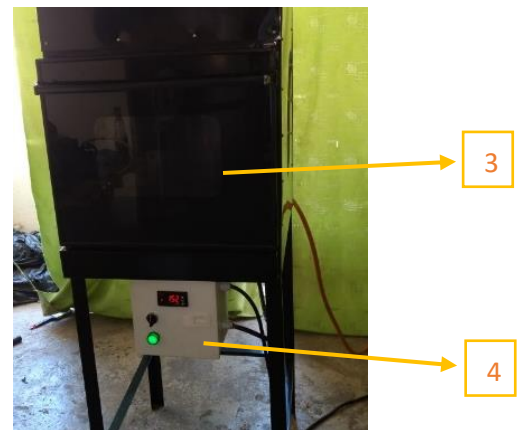
### 6.4 Partes de la maquina compresora

Figura 12: Vista posterior maquina compresora



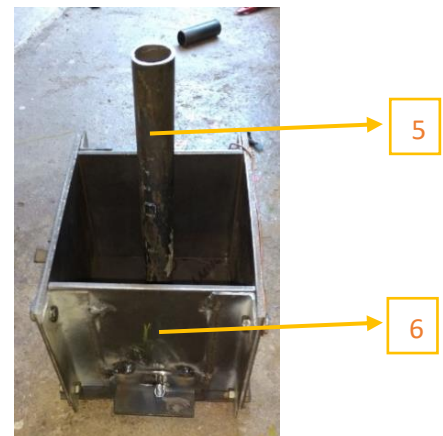
Fuente: Autores

Figura 13: Vista frontal maquina compresora



Fuente: Autores

Figura 14: Molde



Fuente: Autores



Tabla 5: Partes de la maquina

PARTES DE LA MAQUINA	
1	Gato Mecánico
2	Colchón Mecánico
3	Horno
4	Caja de control
5	Parte móvil molde (macho)
6	Parte fija molde (hembra)

Fuente: Autores

## 7. TABLA DE RECOLECCION DE DATOS

Tabla 6: Ficha de recolección de datos

FORMATO DE PRUEBAS MAQUINA COMPRESORA					
FECH A:	Día :	Mes:		Año:	
PRUEBA NUMERO :					
TIPO DE PRUEBA:		Precalentar		Fusión	
HORA INICIO:		Am		Pm	
HORA FIN:		Am		Pm	
TIPO DE POLIMERO					
PET (Reciclado)		Peso:		(gr)	
RESINA DE PET Alta densidad		Peso:		(gr)	
RESINA DE PET Baja densidad		Peso:		(gr)	
T <sub>INICIAL</sub> MOLDE		T <sub>FINAL</sub> MOLDE		T <sub>HORNO</sub>	
				t <sub>horno</sub>	
Observaciones:			Imagen:		

Fuente: Autores

Nota: T: Temperatura en °C

t: tiempo

## 8. PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR LA PRUEBA

- Seleccionar el tipo de material a trabajar
- Pesar y mezclar las cantidades adecuadas de polímero de acuerdo al porcentaje que se desee.

Nota: Los porcentajes de PET reciclado que contiene la mezcla son 5%, 10% y 15%.

- Preparar el molde acoplando tornillos de la tapa inferior.
- Verter la mezcla de polímero en el molde y colocar la tapa superior de este.

Nota: Se puede engrasar el molde para una mayor facilidad a la hora de retirar la muestra.

- Se adecua el molde al interior del horno y cerrar la puerta del mismo.
- Verificar que la válvula del cilindro de gas este abierta siempre y cuando haya combustible en el mismo.
- Se procede a energizar la máquina.  
Nota: Energizar a 110 V.
- Mover el selector de perilla de la posición OFF a ON.
- Verificar que el bombillo indicador de la electroválvula encienda  
Nota: Observar que la flama del horno se efectuó.
- Programar la temperatura del pirómetro, la cual se desea alcanzar en el horno.

Nota: Se recomienda programar una temperatura de 270 a 290 °C para PET.

- Aguardar el tiempo necesario hasta que el horno alcance la temperatura programada.
- Se procede a mover el selector de perilla a la posición OFF y a comprimir mediante la manivela que acciona el gato mecánico.  
Nota: Comprimir hasta el tope.
- Esperar un tiempo prudente de prensado, desenergizar la máquina y cerrar la válvula del cilindro de gas.



Nota: Lo recomendado como tiempo mínimo de prensado son 10 minutos.

- n) Dejar enfriar el molde hasta que llegue a la temperatura ambiente.  
Nota: Puede someterse a un enfriamiento brusco introduciendo el molde en agua fría, teniendo en cuenta que al retirar el molde se tengan los EPP adecuados.
- o) Una vez enfriado el molde se procede a retirar los tornillos de la parte inferior para extraer el modelo termoplástico y observar el resultado obtenido mediante el proceso de compresión.
- p) Una vez finalizada la prueba según el polímero se limpian los residuos en el molde y se deja listo para la siguiente prueba.



Nota de seguridad: Para realizar las pruebas asegurar que el cilindro de gas no quede cerca del horno o de elementos que le proporcionen calor para una mayor seguridad.

**OBSERVACIONES:**

Este procedimiento se debe cumplir para todas las pruebas que se realicen en la maquina compresora. Las temperaturas y el tiempo varían dependiendo de los polímeros que se deseen realizar.

**9. EJEMPLO DE PRUEBA**

En la siguiente tabla se observa el resultado de una de las pruebas realizadas en la maquina compresora como ejemplo.

Tabla 7: Ejemplo de prueba

FORMATO DE PRUEBAS MAQUINA COMPRESORA – P3						
FECHA:	Día:	25	Mes:	JULIO	Año:	2017
PRUEBA NUMERO :		3				
TIPO DE PRUEBA:		Precalentar		Fusión	X	
HORA INICIO:		Am		Pm	3:00	
HORA FIN:		Am		Pm	4:50	
TIPO DE POLIMERO						
PET (Reciclado)		X	Peso:	6,8	(gr)	
RESINA DE PET Alta densidad			Peso:		(gr)	
RESINA DE PET Baja densidad		X	Peso:	130	(gr)	
T <sub>INICIAL</sub> MOLDE	25°C	T <sub>FINAL</sub> MOLDE	261°C	T <sub>HORNO</sub>	285°C	
				t <sub>horno</sub>	1 hora y 15 minutos	
Observaciones:				Imagen:		
La proporción de materia prima utilizado en esta prueba corresponde a un 95% de resina de PET de baja densidad y un 5% de PET reciclado y se puede evidenciar en la imagen que como resultado no se logró formar una capa uniforme debido a que el PET reciclado formo poros, generando discontinuidades en la placa.						

Fuente: Autores