

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE MAQUINA EXTRUSORA DE TERMOPLASTICOS PARA LA FABRICACIÓN DE UN POSTE DE CERCA A ESCALA EN SAN JUAN DE PASTO.

CRISTHIAM DANIEL PRADO, DANIEL ORLANDO LASSO
CORPORACIÓN UNIVERSITARIA AUTÓNOMA DE NARIÑO
PASTO NARIÑO

17daniel1996@gmail.com, daniellasso98@hotmail.com.

Resumen - En el presente estudio se hace una investigación y se da una posible solución a la contaminación por parte de los residuos plásticos el cual es uno de los problemas más grandes en la actualidad y ha llevado a la ciencia a buscar alternativas para minimizar este efecto negativo, una solución se basa en fabricar y diseñar elementos a base de este material reciclado. Es por ello que esta investigación está encaminada a la construcción de una maquina extrusora, la cual permite reutilizar el plástico reciclado PET (Tereftalato de polietileno) convirtiéndolo en un nuevo producto, en nuestro caso en un poste de cerca a escala, con esto se busca minimizar el impacto que estos residuos generan en el ambiente.

Abstract - Research and a possible solution to pollution by plastic waste can be found in this study because it is one of the biggest problems at present, which has led science to minimize this negative effect, managing to manufacture and design elements based on this material as plastic is leading to an infinite number of products. This is why this project is aimed at the construction of an extruding machine, which allows the reuse of recycled plastic PET (polyethylene terephthalate) creating a product, in our case it is a post close to scale and achieving to minimize this environmental impact.

Palabras clave: Extrusión, tornillo sin fin, tereftalato de polietileno (PET), resistencias

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad uno de los mayores problemas ambientales es generados por parte de los residuos plásticos, es por ello que en busca de minimizar este impacto se pretende a través de este proyecto la fabricación de una maquina Extrusora la cual permite reutilizar estos plásticos logrando por medio de diferentes etapas y con resistencias eléctricas la homogenización del plástico conllevado a la elaboración de un producto beneficioso para la sociedad ya que poseen unas características muy interesantes como la flexibilidad, resistencia, poco peso y es aislante de la

electricidad, además es muy fácil de moldear, es económico, ligero y admite gran variedad de colores.

II. MAQUINAS EXTRUSORAS

La extrusora de plástico tiene tres funciones: en primer lugar, extrae el material en gránulos del sistema de alimentación y lo conduce al tiempo que lo comprime; después mezcla y produce un fundido homogéneo, y por ultimo desarrolla la presión suficiente para que supere la resistencia al flujo de la boquilla, de modo que el perfil emerja de forma continua.

La extrusión es un procedimiento que difiere del moldeo en tanto que se trata de un proceso continuo en que se forman productos tales como tubos, perfiles, filamentos y películas forzando material plastificado a través de un orificio de conformado denominado hilera. Se utiliza tanto para termoplásticos como para elastómeros y termoestables.

A. Tipos de máquinas extrusoras.

El proceso de extrusión de plásticos se lleva a cabo mediante una maquina llamada extrusora, las más utilizadas según la presión necesaria para hacer pasar el plástico fundido a través de la boquilla son:

- a. Extrusoras de desplazamiento positivo:
 - Extrusoras de pistón
 - Bombas de extrusión (bombas de engranaje)
- b. Extrusoras de fricción viscosa:
 - Extrusora de tornillo
 - Husillo simple
 - Doble Husillo

Existen diferentes tipos de máquinas extrusoras pero las más utilizadas son las de tornillo o husillo simple, por que haremos referencia a ellas continuamente.

La finalidad de los extrusores o tornillo simple es fundir el polímero asegurando que sea una mezcla homogénea y actuar como transportador de plástico fundido hacia el dado.

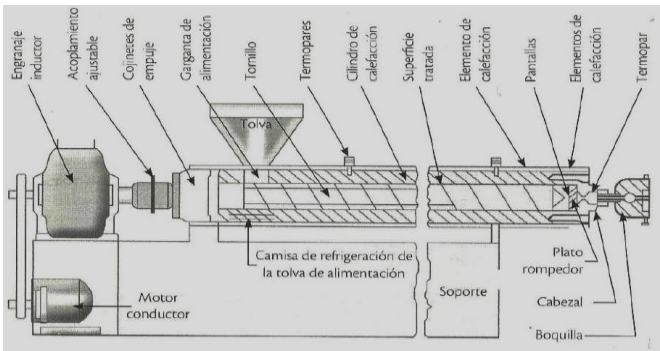


Figura 1. Representación Esquemática de una Extrusora de Husillo Simple

B. Zonas del tornillo sin fin.

Para empezar, se hablará sobre cada una de las zonas del tornillo y las funciones que se realizan estas para la correcta funcionalidad de la Extrusora de Husillo simple; las zonas son:

- Zona de alimentación.

En la zona de alimentación lo que se logra es transportar el plástico a las partes siguientes. Es importante la profundidad del tornillo y la longitud ya que lo que se requiere en esta zona es que se produzca una alimentación ni deficiente ni excesiva hacia las demás zonas.

- Zona de Compresión o de transición.

Esta zona tiene diferentes funciones, como primera función es expulsar todo el aire que se encuentran en los granúlos. La segunda función es la de mejorar la transferencia de calor en las paredes internas del cilindro conforme disminuye el volumen de la capa del plástico. Y tercer y última función es el cambio de densidad la cual es ocasionada durante la fusión del material, esta se la obtiene por fricción y por conducción de calor.

- Zona de dosificación

Esta zona se encuentra la profundidad de tornillo constante. La función de esta zona es de homogenizar el material fundido para después llevar a la región del dado un material de alta calidad homogénea a temperatura y presión constante.

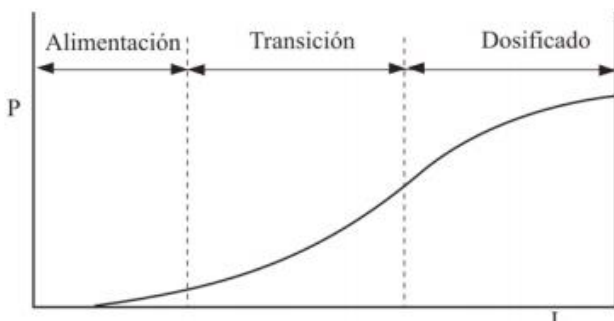


Figura 2. Zonas de una extrusora y evolución de la presión a lo largo de las mismas

C. Control de temperatura.

Como indica el nombre, un controlador de temperatura es un instrumento usado para el control de la temperatura. Para regular con precisión la temperatura de proceso sin una intensa participación del operador, un sistema controlador de temperatura confía en un controlador, que acepta como entrada un sensor de temperatura como un termopar o RTD. Compara la temperatura real con la temperatura de control deseada, o punto de ajuste, y proporciona una salida a un elemento de control. El controlador es una parte de todo el sistema de control, y se deberá analizar todo el sistema para seleccionar el controlador adecuado.

D. Formula ángulo de hélice de canal

El ángulo de hélice de canal helicoidal aumenta desde su valor mínimo, en el diámetro exterior aumenta hasta el máximo, en el núcleo del husillo. Para encontrar este ángulo utilizaremos esta ecuación.

$$\phi = \tan^{-1} \frac{t}{\pi x D}$$

Dónde:

D= Es el diámetro de la variable del canal.

t= El paso del husillo.

ϕ = Angulo de hélice de canal.

Teniendo en cuenta que $t = D$

E. Fórmula para el flujo volumétrico

Es la relación entre las dimensiones del husillo y la variable de la máquina. Tenemos la siguiente ecuación.

$$Q = \left(\frac{\alpha k}{k * \beta * \gamma} \right) \eta$$

Dónde:

α : Flujo de arrastre

β : Flujo de presión

γ : Flujo de filtración

k : Constante total de la forma geométrica de la cabeza perfiladora

F. Formula de flujo de arrastre o de fricción

Tenemos la siguiente ecuación.

$$\alpha = \frac{\pi * m * D * h \left(\frac{t}{m} - e \right) \cos^2 \phi}{2}$$

Dónde:

D: Diámetro del tornillo

h: Profundidad del canal en la zona de bombeo

ϕ : Angulo de la hélice

$\cos \phi$: Función trigonometría del coseno del ángulo

m: Número de canales del husillo

e: Anchura de la cresta del filete

G. Formula de flujo de presión

Se define con la siguiente formula.

$$\beta = \frac{m * h^3 \left(\frac{t}{m} - e \right) \text{sen}\theta * \text{cos}\theta}{12 * L}$$

Dónde:

L: Longitud del husillo

H. Formula de flujo de filtración

Se define con la siguiente ecuación.

$$\gamma = \frac{\pi^2 * D^2 * \delta^3 * \text{tan}\theta}{10 * e * L}$$

Dónde:

δ : Holgura del filete

$\text{tan}\theta$: Función trigonométrica tangente del ángulo θ

I. Formula constante total de la cabeza (k)

Para un canal cilíndrico, se obtiene la siguiente ecuación.

$$K_1 = \frac{\pi * d^4}{128 * L}$$

Dónde:

d: Diámetro del canal del dado

L: Longitud del canal

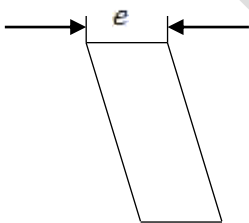
J. Formula paso del husillo (t)

$$t = \pi * D * \text{tan}\theta$$

K. Formula ancho del filete (e)

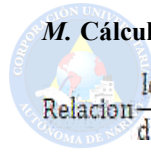
$$e = 0,12 * D$$

Figura 3 Ancho del Filete



L. Formula tolerancia del tornillo/cilindro

$$\delta = 0,002 * D$$



M. Cálculo del número de filetes del husillo

Relacion $\frac{\text{longitud}}{\text{diámetro}}$ para determinación de numero de filetes: $\frac{L}{D}$

N. Cálculo de revoluciones del husillo

$$N = \frac{R}{2.3. \theta^2. h * G}$$

R = Cantidad de Material por hora $\frac{g}{\text{min}}$

D = Diámetro tornillo en cm

Hd = Altura dosificación en mm

G = Gravedad específica $\frac{g}{\text{cm}^3}$

CONCLUSIONES

La investigación sobre los diferentes diseños y tipos de máquinas extrusoras existentes en el mercado nos arrojó la oportunidad de optar por dos diferentes posibilidades, donde adopten características especiales de tamaño y forma en la cual se concluyó por la alternativa 1.

Los diferentes cálculos utilizados en desarrollo del proyecto fueron aplicados formulas empíricas para la fabricación de cada elemento mecánico que compone la máquina ayudándonos así a tener una alta precisión en todos sus componentes.

La selección del Motor-reductor de 2,4 hp satisface correctamente las necesidades de la potencia que requiere la zona de extrusión ya que está por encima de la potencia máxima requerida.

El sistema por el cual se realiza la extrusión cuenta con un tornillo sin fin el cual gira a 13 rpm por medio del motor-reductor, teniendo un sistema de reducción de velocidades simple con poleas lo que nos permite una producción de 20 kg/h para la fabricación de postes de cerca, además de esto cuenta con la posibilidad de hacer una pequeña modificación en la boquilla y generar diferentes productos.

La selección de las resistencias Eléctricas tipo abrazaderas son controladas por medio de un variador el cual permite regular la temperatura interna de la camisa, logrando poder trabajar con diferentes tipos de plásticos a temperaturas que requieran para una idónea homogenización.

Los materiales utilizados en la fabricación de la maquina extrusora de plástico se encuentran en su totalidad disponibles en el mercado colombiano.

RECOMENDACIONES

Se recomienda hacer un precalentamiento de 30 minutos de las resistencias antes de iniciar en marcha el motorreductor.

Se recomienda que, en el sistema de reducción, se implemente un variador de velocidad lo cual permite la elaboración de materiales diferentes al plástico.



Verificar el cable neutro de las resistencias eléctricas para evitar el sobrecalentamiento y lograr el correcto funcionamiento de la máquina.

Se recomienda una vez terminado el proceso limpiar el sobrante de pastico que se encuentra en la boquilla

REFERENCIAS

- [1] AUIN, Proceso de Extrusión. En línea. Disponible en internet en: <URL: <http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/Tema5.MaterialesCERAMICOS.CONFORMADO.EXTRUSION.pdf>
- [2] Codensa, likonormas ET202 Postes de madera. En línea. Disponible en internet en: <URL: http://likinormas.micodensa.com/Especificacion/postes/et202_postes_madera#heading_1
- [3] FLOREZ, Leonel, Maquina Extrusora para el reciclaje de Plástico. En línea. Ibarra, Julio del 2013, Disponible en internet:<URL: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/3523/1/04%20MEC%20022%20TESIS.pdf>
- [4] MALDONADO Mario; MEDINA Christian, Diseño y construcción de una extrusora con capacidad de 1 kg/h, diseño del proceso y diseño del producto para el reciclaje mecánico del PET, Sangolqui, 16 de abril, 2008, Disponible en internet: < URL <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/handle/21000/286>
- [5] PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL, Pasto, territorio Con-Sentido, En línea. Disponible en <URL: file:///D:/Users/CRISTIAN%20PRADO/Downloads/cuaderno_dimension_sociocultural_v4.pdf
- [6] Agricultura regional. Camaleo Disponible en <http://es.calameo.com/read/002716818ac419b62e314>
- [7] EMAS Pasto. Gestion integral de residuos Urbanos <http://gruposala.com.co/es/marcas-e-innovacion/aseo/emas-pasto/>
- [8] TELLEZ, Alejandra. La complejidad de la problemática de los residuos plásticos: Estudios ambientales urbanos y gestión ambiental. Bogotá, Colombia 2012 Universidad Nacional Disponible en <http://www.bdigital.unal.edu.co/7080/1/905077.2012.pdf>