Guía de Laboratorio y Elaboración del Manual de Operación de una Máquina Extrusora de Películas de Polietileno

J. Mejillones[1], A. Rigaíl[2]
Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral
Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador
jmejillo@espol.edu.ec[1], arigail@espol.edu.ec[2]

Resumen

En el presente trabajo se elaboró y desarrolló un Manual de Operación y una Guía de Laboratorio para una Máquina Extrusora de Películas de Polietileno, la finalidad es conocer y aplicar los procedimientos básicos de uso y cuidado para dar un soporte técnico en el proceso presentando consejos al operario para una buena práctica de limpieza y mantenimiento del equipo; para lo cual se realizó una breve descripción de la materia prima utilizada en el procesamiento de polímeros; además de mencionar cuales son los aditivos que se requieren y la forma de calcular mezclas. Se realizó la descripción del equipo detallando cada una de sus partes conjuntamente con el funcionamiento respectivo. Luego se establecen las reglas de seguridad y mantenimiento necesarias para la operación del equipo; después se describen los posibles problemas que pueden presentarse durante el procesamiento, detallando a continuación las soluciones a aplicarse. Finalmente se elabora la Guía de Laboratorio, con el fin de mostrar de forma didáctica el manejo correcto del equipo, la calibración, puesta a punto de diversos parámetros, permitiendo así disminuir los tiempos muertos.

Palabras Claves: Guía de Laboratorio, procesamiento, materia prima, seguridad, mantenimiento

Abstract

In the present study was designed and developed an Operating Manual and Laboratory Guide for Extrusion Machine Polyethylene Films, the aim is to understand and apply the basic procedures for use and care to provide technical support in the process by submitting advice to operator for good practice for cleaning and maintenance of equipment, for which there was a brief description of the raw material used in the processing of polymers, which are also mentioned additives are required and how to calculate mixtures. It made the equipment description detailing each of the parties together with the respective procedures. After establishing the safety and maintenance rules necessary for the operation of the equipment, then describes the possible problems that may occur during processing, then detailing the solutions implemented. Finally the Lab Guide was made, to show how teaching the proper use of equipment, calibration, tuning of various parameters, thus reducing downtime.

Keywords: Laboratory guide, processing, raw material, security, maintenance

1. Introducción

En Guayaquil y en otras regiones del Ecuador, existen muchas empresas en el sector plástico; las mismas que adquieren maquinaria especializada en la transformación de la materia prima, utilizada para obtener productos terminados, que al final serán empleados por el usuario común. Estas máquinas vienen con un manual de operaciones, escrito generalmente en inglés y también en el idioma del país del fabricante; el cual introduce al operario encargado la forma idónea de operar la máquina.

En casi todos los casos, estos manuales pasan a manos del equipo de mantenimiento de la planta, en ocasiones el jefe de esta área suele tener conocimientos suficientes para poder manejar dicho documento, pero en muchas de las empresas de nuestra ciudad no sucede esto o al menos no sucedía esto, puesto que ahora las universidades están preparando mejor a sus estudiantes y fortalecen sus conocimientos en idiomas extranjeros, necesarios para nuestra vida profesional.

Por otro lado, sería ideal que toda empresa cuente con un grupo de investigadores que logren mostrar un camino nuevo para cada producto terminado, haciendo que se reduzca la cantidad de materia prima desperdiciada y mejorando potencialmente la calidad, incentivando a la compañía a ser más competitiva, demostrando que nuestro país puede superarse y estar entre los mejores.

Ciertamente la experiencia de los operarios no se puede despreciar, tienen un conocimiento bueno en la medida de lo posible, pero todo fue adquirido empíricamente, no todos leen el manual de operación; pero la mayoría utiliza muy poco o no usa las instrucciones que se especifican en el manual para el buen uso de cualquier equipo. En el mismo documento se presentan los consejos del fabricante para realizar un buen mantenimiento además de otros detalles que se usan por el departamento encargado del mismo para mantener la máquina en operación, muchas veces esta tarea se hace difícil cuando no se entiende el idioma en el que está escrito el texto.

Por esta razón se ha visto la necesidad de elaborar un manual de operación y una guía de laboratorio, para dar un soporte técnico e ingenieril; siendo este documento una guía que no reemplaza en absoluto ningún manual dado por fabricante alguno; cabe recalcar que únicamente se hablará sobre la Extrusora ubicada en el Laboratorio de Plásticos, en la FIMCP

2. Materiales

En esta sección se presenta una descripción de los tipos de materia prima y aditivos que se usan generalmente en la elaboración de productos plásticos, con un mayor enfoque a los que se usan en la fabricación de películas para fundas.

Además se presentará uno de los métodos que se utilizan para calcular la cantidad de mezcla requerida para obtener un determinado producto final; el diseño de mezcla, suele ser un secreto para las empresas, puesto que son parte esencial en el desarrollo de un producto, siendo difícil establecer un único método de elaboración.

2.1. Materias primas

A partir de un monómero dado, una gran variedad de polímeros se pueden obtener químicamente. La primera serie de variables estructurales que pueden ser alteradas por cambios en las condiciones de polimerización son el peso molecular, la densidad de reticulación y el grado de ramificación; las cuales son de mucha importancia en la conformación de los polímeros, teniendo cierta influencia en la transformación de los mismos.

En la tabla 1 se muestra los diferentes tipos de polímeros existentes.

Tabla 1. Polímeros más comunes

Poliestireno
Polivinilcloruro
Polipropileno
Policarbonato
Polietileno Alta densidad
Polietileno Baja densidad

A continuación se describirá el polímero más utilizado en la fabricación de fundas.

Polietileno. El PE es químicamente el polímero más simple, se representa con su unidad repetitiva $(CH_2\text{-}CH_2)_n$, es químicamente inerte, se obtiene de la polimerización del etileno (de fórmula química $CH_2{=}CH_2$ y llamado eteno por la IUPAC), del que deriva su nombre. Pertenece a la familia de las poliolefinas, que provienen de los hidrocarburos simples, los productos hechos de polietileno van desde materiales de construcción y aislantes eléctricos hasta material de empaque.

Existen varios tipos de PE, los cuales se utilizan también en la fabricación de fundas; entre ellos tenemos: Polietileno de baja densidad, Polietileno de alta densidad, Polietileno de baja densidad lineal, Polietileno de peso molecular ultra alto; la diferencia entre ellos es la forma en la que se obtiene cada uno.

Las aplicaciones en las que pueden usarse estos materiales son numerosas, para cada tipo. Con el PEBD, se puede fabricar bolsas de todo tipo, películas para la Agroindustria, Stretch film, etc. El PEAD, es usado para elaborar envases, bolsas para supermercados, envases para pinturas, entre otras.

2.2. Aditivos

Los polímeros más comerciales están compuestos de macromoléculas, mezclados con una serie de aditivos seleccionados para impartir las propiedades deseadas para el producto final y de esta forma facilitar su fabricación.

Entre los más importantes, se tienen los siguientes: Estabilizadores, Colorantes, Plastificantes externos, Agentes de refuerzo, Lubricantes, etc. [3]

Los estabilizadores generalmente sirven para disminuir la degradación térmica básicamente; los colorantes se agregan porque los polímeros absorben muy poca luz del rango visible; los plastificantes externos reducen el nivel de intensidad de las fuerzas intermoleculares, disminuyendo la resistencia mecánica y aumentando la flexibilidad de la estructura rígida; los lubricantes se usan para facilitar la fluidez durante el procesamiento; como estos existen otros aditivos que cumplen tareas específicas, mejorando las propiedades del producto final.

2.3. Cálculo de mezclas

A la hora de diseñar una mezcla se suelen cumplir ciertos pasos, sea de manera formal o de forma intuitiva y casi inconsciente. Si se sigue una secuencia formal y se documenta, es posible lograr optimizaciones desde un principio, lo cual redundará en menores costos y/o mejor desempeño.

Se presenta una serie de etapas a considerar [5]:

1 .Seleccione las resinas candidatas de acuerdo con las propiedades deseadas, incluyendo el costo de las mismas.

2. Tabule las ventajas y desventajas de cada resina. Esto permitirá identificar alternativas.

3. Elija combinaciones de resinas que muestren potencial para cumplir con los requisitos de la mezcla. En esta etapa, no se preocupe demasiado de las condiciones de operación, emplee condiciones estándar.

Estas son algunas de las fases que se deben aplicar para lograr el diseño de una mezcla.

3. Descripción y funcionamiento

Aquí se elaboro una descripción de la máquina, la forma correcta de manejarla, además detalles del panel de operación.

3.1. Descripción de la máquina extrusora

La máquina extrusora Venus, modelo VN-UM45B-600, ubicada en el Laboratorio de Plásticos, sirve para procesar HDPE, LDPE, LLDPE, está diseñada para usar 220V x 60HZ. [1]

En la figura 1 se muestra la máquina extrusora Venus.

Figura 1. Máquina Extrusora Venus

Está formado por varios sistemas y elementos mecánicos, eléctricos y electrónicos, entre ellos un motor eléctrico de 17.3 Kw, conectado con un sistema de poleas y bandas que transmiten el movimiento al husillo del extrusor, el cual posee dos sistemas de enfriamiento; la materia prima llega desde una tolva para finalmente llegar hasta el dado, donde toma forma de película, mostrado en la figura 2; para esta máquina existen dos moldes uno para PEBD y otro para PEAD.

Figura 2. Dado

Para efectos de elevar el globo se usa aire a presión en la parte interna del dado, mientras que externamente se usa aire impulsado por un Blower, en la tabla 2 se muestra la presión utilizada por el sistema.

Tabla 2. Presión de aire utilizada

Presión (psi)	CFM unitario	CFM total
120	8	8

Luego tenemos la canasta y el toldo guía, quienes ayudan en la carrera ascendente del globo; seguido de los rodillos de tiro, los cuales controlan el espesor y ancho de la película. Después es dirigida por los rodillos auxiliares o tensores hasta que finalmente llega a la bobina en donde es enrollada.

Figura 3. Bobinador

3.2. Descripción funcional

El corazón de un extrusor es un husillo o tornillo que gira dentro de un barril o cilindro y es capaz de bombear o empujar un material a una velocidad específica, bajo ciertas condiciones de operación. Los materiales que se utilizan en el proceso son termoplásticos generalmente, los cuales se suavizan cuando se calientan y se transforman en fluidos, que posteriormente se endurecen cuando se enfrían y se transforman en sólidos.

Cuando el material termoplástico alimenta al extrusor, el husillo lo empuja hacia adelante a lo largo del barril, donde se calienta y se transforma en fluido. El cual continúa y al final se lo hace pasar a través de un dado que proporcionará el perfil o la forma final, en nuestro caso una película con cierto espesor y ancho, que es enfriada rápidamente para mantener la forma obtenida.

Geometría y consideraciones generales. [4] La sección del husillo y barril de un extrusor tiene cuatro funciones principales: presurizar, calentar, mezclar y bombear. Para hacer cada función más eficiente se divide el extrusor en tres zonas: alimentación, compresión y dosificación; esta ultima va seguida por el cabezal y el dado.

La función de la zona de alimentación es colectar los gránulos de la tolva y transportarlos hacia adelante en el canal del husillo; la zona de compresión mueve el aire contenido entre los gránulos hacia atrás, en dirección de la tolva; en la zona de dosificación, la masa del polímero fundido alcanza la consistencia correcta y la presión requerida para extrusión, en la figura 4 se muestra un esquema.

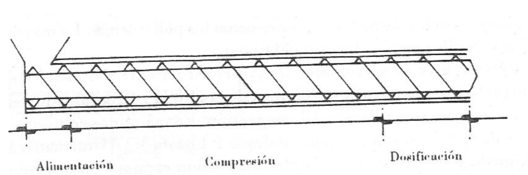

Figura 4. Esquema del husillo

Luego de la zona de dosificación, es común incluir un plato rompedor, éste es usualmente un disco con perforaciones, que en cierto modo hace las funciones de una coladera o malla, principalmente se lo usa para aumentar la presión, transformar el flujo rotacional del plástico fundido en flujo lineal y para detener impurezas y material no plastificado.

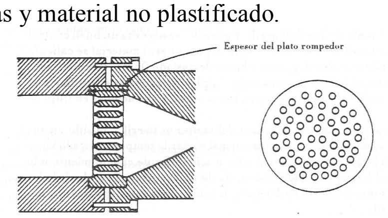

Figura 5. Plato rompedor

Después se tiene el dado, el cual determina la forma final del extruido; la presión de entrada del dado al final del husillo es alta, mientras que la de salida es igual a la atmosférica, por lo que es importante mantener una presión alta en el interior del dado para consolidar el plástico fundido antes de que salga del mismo. Durante la extrusión de la película es importante que el flujo del plástico fundido sea igual y constante alrededor de todo el orificio anular; para ello es necesario que ambos, dado y mandril, estén concéntricos y además que el plástico fundido llegue en igual cantidad alrededor de todo el orificio anular.

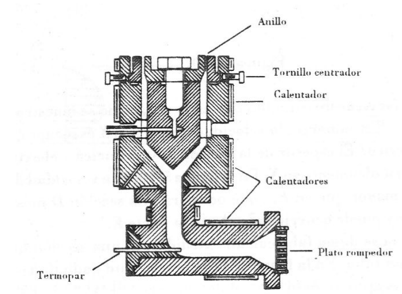

Figura 6. Esquema del dado

Existen dos relaciones importantes en la fabricación de películas de polietileno, la Relación de Soplado y la de Estirado.

Relación de Soplado, es la relación entre el diámetro de la burbuja y el diámetro de la salida del dado. En la práctica esta relación varía desde 2:1 hasta 6:1.

Relación de Estirado, es la relación entre la velocidad lineal de la película a través de los rodillos de tiro y la velocidad lineal de extrusión.

Si la relación de soplado es mayor que la relación de estirado, las moléculas de plástico tienden a orientarse en dirección perpendicular, por lo tanto la película será más fuerte en esa dirección perpendicular y menos fuerte en la dirección longitudinal. En cambio si la relación de soplado es menor que la relación de estirado, la película será más fuerte en la dirección longitudinal y menos fuerte en la dirección perpendicular.

Es importante mencionar que si la relación de soplado es igual a la relación de estirado, este hecho no implica que la orientación sea igual en ambas direcciones; debido a que el estiramiento perpendicular no ocurre de la misma forma ni a la misma velocidad que el estiramiento longitudinal.

3.3. Operación y encendido

El encendido y la operación de esta máquina no suele ser tan complicada si se siguen los lineamientos requeridos. Primero se debe encender el breaker principal, luego se enciende la máquina desde el panel de control; al principio todos los indicadores marcan cero, si no es así debe revisarse cada uno de ellos.

Lo primero que se debe hacer es revisar la máquina en su totalidad, para verificar que no exista problema alguno que pueda detener el proceso para elaborar las películas, luego se encienden las resistencias ubicadas alrededor del husillo y en algunas partes del dado, para calentar la máquina, este proceso demora por lo general dos horas, en las cuales la temperatura se eleva gradualmente, hasta llegar al límite deseado con el cual se logra fundir el plástico.

Habiendo culminado la preparación de la máquina, se llena la tolva con la nueva mezcla, luego se enciende el motor que mueve el husillo, a medida que la mezcla avanza se funde.

Entonces, la masa fundida se moverá a través del husillo, el plato rompedor, la malla, hasta llegar al dado, donde adquiere la forma final, el producto inicial debe ser retirado, porque puede estar sucio o combinado con la nueva mezcla. Antes de elevar el globo, se coloca una cuerda o una película de desperdicio, la cual se pasa por los rodillos, para guiar la película extruida hasta los rodillos bobinadores.

Se una la guía con la película que sale del dado, luego de unos segundos se introduce aire a presión para crear el globo, y se enciende el Blower para enfriar el exterior del mismo. Desde los rodillos bobinadores, se jala la guía junto a la película hasta que llegue a dichos rodillos, continuando con el proceso hasta que la película parezca uniforme, se corta y se la hace pasar por los rodillos bobinadores.

Luego de esto, se comienza a modificar las características de la película hasta que llegue a la forma deseada, variando velocidades en los rodillos de tiro, utilizando los tornillos centradores en el dado, etc.

4. Reglas de seguridad y mantenimiento de la extrusora

4.1. Precauciones

Antes de cualquier operación de mantenimiento que se realice en la máquina, se debe bloquear todas las fuentes de energía, eléctrica, hidráulica, neumática, potencial, etc.

No se debe usar el equipo cuando los paneles o las guardas de seguridad no se encuentran en su lugar, si existe alguna conexión insegura, partes mecánicas desajustadas, etc.

4.2. Accidentes

Muchos accidentes son causados por algunos individuos que de forma irresponsable no siguen las simples y fundamentales reglas de seguridad, además de las precauciones que se establecen.

La capacitación sobre seguridad industrial es uno de los caminos que solucionan estos problemas, más aún si día a día se recuerdan las reglas y normas a seguir.

4.3. Reglas generales de seguridad

La configuración de la máquina, la limpieza, y las operaciones de mantenimiento, pueden variar; por lo tanto es esencial que todos los operarios practiquen los hábitos de trabajo seguro, puesto que previenen lesiones o accidentes indeseados. Cada operario, debe estar equipado correctamente con implementos industriales tales como: cascos, mandiles, guantes, botas, gafas, etc.

Se debe asegurar siempre de apagar totalmente la máquina antes de cualquier operación de configuración, limpieza o mantenimiento del equipo.

Algunas de las reglas de seguridad que deben seguirse son:

a. En caso de un accidente ocurrido mientras la máquina este funcionando, presionar el botón de parada de emergencia para detener la máquina en su totalidad.

b. Advertir a otras personas sobre alguna acción que pueda ponerlos en peligro.

c. Realizar la lubricación y el engrase en la máquina solamente cuando esta, este totalmente parada.

d. Verificar que todas las protecciones han sido instaladas antes de poner en operación la extrusora.

Entre las acciones que no deben realizarse se tienen:

a. No retirar los dispositivos de seguridad, incluyendo los usados en la parte eléctrica.

b. No encender la máquina a menos que esté totalmente seguro que no existe peligro para usted y sus compañeros de trabajo.

c. Personas no autorizadas no pueden operar la máquina.

d. No usar joyas, corbatas o ropa suelta cerca del equipo en movimiento.

4.4. Descripción de símbolos

Existen símbolos de seguridad muy importantes en la máquina, a los que se debe prestar mucha atención.

Figura 7. Peligro de descarga eléctrica

Se encuentra principalmente en el Panel de Control, y en todos los circuitos eléctricos existentes.

Figura 8. Cuidado con las poleas

Se muestra una alerta sobre la caja que cubre las poleas para no poner las manos dentro de ella cuando la máquina está funcionando.

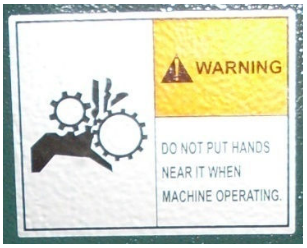

Figura 9. Cuidado con los engranes

Alerta sobre el peligro que existe cuando el reductor de velocidades esta encendido.

4.5 Elementos de Mantenimiento

Un buen plan de mantenimiento preventivo y verificaciones periódicas son imprescindibles; reducen el tiempo improductivo, el porcentaje de rechazo y los costos de operación.

El mantenimiento del equipo divide en varias etapas; en la siguiente tabla se describe una muestra de las operaciones a realizar en una sección de la máquina, dividas por equipo y elemento; además se plantea un período de revisión.

Tabla 3. Elementos de mantenimiento

EQUIPO	ELEMENTO	PERIODO DE MANTENIMIENTO				OBSERVACION
		DIARIO	SEMANAL	MENSUAL	SEMESTRAL	
	Control electrónico de Velocidad		x			
	Termorreguladores		x			
	Contactores del Tablero		x			
PANEL DE CONTROL	Amperímetros del Tablero		x			
	Ventiladores de Control		x			
	Terminales de Conexión		x			
	Limpieza General		x			
	Bomba de Lubricación		x			
	Limpieza de caja y Cambio de Aceite			x		
Caja de Engranajes	Rodamientos		x			Revisión General
	Chequeo de Piñones		x			
	Sistema de enfriamiento			x		Revisión General
	Chequeo de Retenedores		x			
	Limpieza General		x			
	Túnel			x		Alineación y Nivelación
	Cambia Filtros	x				Verificar Fugas
	Resistencias Eléctricas		x			Comprobar
Túnel y Husillo	Terminales de Conexión		x			Ajustes
	Bandas calentadoras		x			Reajuste
	Asiento de Termocuplas			x		Limpieza
	Sistema de enfriamiento		x			Revisión General
	Motores Ventiladores			x		

Se espera que se lleve a cabo el proceso de mantenimiento, cabe mencionar que lo mostrado anteriormente es una sugerencia para mantener el equipo a punto.

5. Solución de problemas

5.1. Descripción de problemas que se presentan en la máquina extrusora

Entre los problemas más comunes que se presentan en el procesamiento de películas se tienen los siguientes [6]:

Mala resistencia al impacto al dardo
Fractura de fundido
Superficie rugosa
Bloqueo
Turbidez

Entre estos podemos describir dos que se presentan mayormente en la fabricación.

Superficie rugosa. Consiste en una serie de fisuras muy pequeñas o grietas, perpendicular a la dirección de extrusión, se manifiesta inicialmente como una apariencia de acabado mate, y se agrava a medida que aumenta la velocidad de flujo, es más común encontrar este defecto en polímeros de alto peso molecular

Bloqueo. Es el resultado de las altas temperaturas en la extrusión, un excesivo tratamiento electrónico en la película, condiciones desfavorables durante la extrusión o el almacenamiento; además de características finales de la película como baja densidad.

5.2 Soluciones

Las soluciones para estos problemas se consiguen experimentando en el proceso, a continuación se expone algunas soluciones para los dos problemas definidos anteriormente.

Para evitar la superficie rugosa, se debe controlar la velocidad de flujo en el husillo, además de la velocidad de los rodillos de tiro y el ajuste del marco de colapso de la burbuja.

Para solucionar el problema de bloqueo, se debe reducir la temperatura en el anillo de aire; incrementar la distancia entre el dado y los rodillos de tiro; ajustar parámetros de procesamiento; reducir la presión ejercida en la película por los rodillos si es necesario.

6. Guía de Laboratorio

Elaboración de películas de polietileno. El objetivo de esta guía es elaborar películas de polietileno usando la máquina extrusora y su respectivo herramental, fundamentando el manejo correcto y la puesta a punto de diferentes parámetros que permitan reducir tiempos muertos.

Se pretende que el estudiante u operario, conozca las partes que componen la máquina extrusora; los parámetros fundamentales del proceso de extrusión en relación con el material, la máquina y el producto; calibrar el perfil de temperatura longitudinal del husillo de la extrusora.

Práctica 1. Se muestra un procedimiento gráfico para facilitar la comprensión de la práctica, el objetivo es elaborar películas de polietileno.

Figura 10. Encender los controladores del Panel

Figura 11. Llenar la tolva

Luego los gránulos pasarán por el husillo que debe estar a alta temperatura, dependiendo de qué materia prima se esté usando, las imágenes mostradas a continuación son de PEBD.

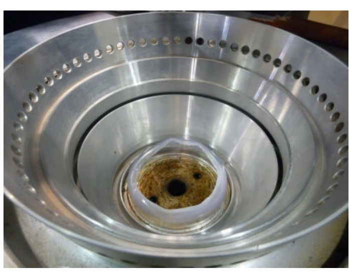

Figura 12. Película preformada saliendo del dado

Figura 13. Limpiando boquilla del dado

Este proceso se repite algunas veces, hasta observar consistencia en la película, para finalmente unirla con una guía que la llevara hasta los rodillos de tiro.

Figura 14. Unión película preformada con la película guía

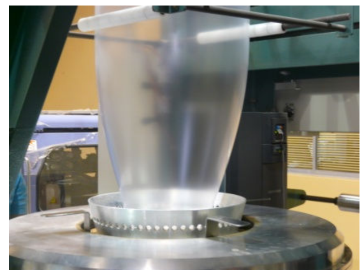

Figura 15. Globo formado

El globo se forma usando aire a presión y aire para enfriamiento del blower.

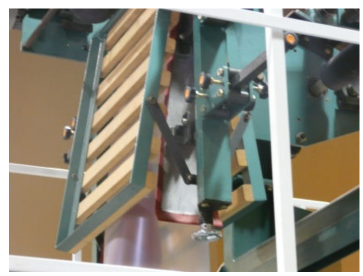

Figura 16. Globo entrando a toldo guía

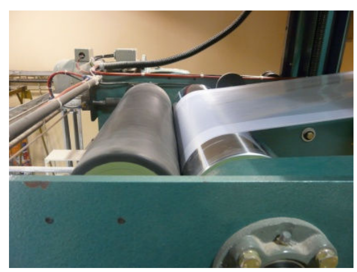

Figura 17. Rodillos de tiro convirtiendo globo en película

Figura 18. Sistema de rodillos tensores y auxiliares

Finalmente la película llega a los rodillos bobinadores.

Figura 19. Sistema de rodillos bobinadores

En este punto se puede terminar de calibrar la película para obtener el resultado deseado, si debe ser ancha y de poco espesor, se deberá aumentar la velocidad de los rodillos de tiro proporcionalmente a la del motor del husillo, etc.

Como esta práctica, se presentan tres más, en donde se trabaja con el cambio de molde, órdenes de trabajo y otras variables importantes.

7. Conclusiones y Recomendaciones

Realizar un manual de operación, mantenimiento y una guía de laboratorio, requiere mucho esfuerzo; puedo notar que somos capaces de realizar trabajos de este tipo, tomando en cuenta los requerimientos que el fabricante deja estipulado en su manual, sumándole el desarrollo de nuestras propias ideas; por lo tanto puedo concluir que:

Uno de los pasos más importantes en la extrusión de polímeros es la selección de la mezcla correcta; en el caso de la elaboración de películas de polietileno, se vuelve de suma importancia cuando se agregan aditivos y colorantes a la materia prima. Si no se equilibran los componentes antes de la operación, existirán problemas en la composición del producto final.

El estudiante u operario, debe conocer en su totalidad todos los componentes de la máquina extrusora Venus, además del funcionamiento y la importancia que tiene cada uno en el proceso de fabricación; de no ser así, cuando alguna falla se presente, se perderá tiempo en buscar su origen.

Las reglas de seguridad estipuladas deben seguirse rigurosamente, de esta forma se evitará cualquier tipo de accidente por muy pequeño que parezca; la integridad de los operadores no debe ser perjudicada, así mismo se deberá prestar atención a los símbolos de seguridad marcados en la máquina. Es importante mencionar también, que no se podrá comenzar ninguna práctica, mientras los participantes no usen el equipo de protección necesario.

El presente trabajo se restringe únicamente a la Extrusora Venus Plastic; pero puede servir de guía para elaborar manuales de operación para otras máquinas.

Entre las recomendaciones puedo mencionar:

Antes de comenzar la operación de la máquina y el proceso de producción, se debe revisar todo el conjunto, para verificar que no existan problemas que puedan interrumpir la práctica; en caso de existir alguno se debe tomar las medidas necesarias para su solución inmediata. No olvidar que el precalentamiento de la máquina debe durar como mínimo una hora y media, dependiendo de la temperatura de operación.

Calibrar la película es importante, por eso se debe estar pendiente del proceso de elaboración; revisando cada parte de la máquina, verificando la estabilidad del globo, doblez de fuelle, espesor de película, entre otros parámetros que son de suma importancia en la composición del producto.

8. Referencias

[1] VENUS PLASTIC MACHINERY CO., LTD., Installation and Operation Instructions for Extruded Blown Film System. February, 2009.

[2] BAIRD DONALD, COLLIAS DIMITRIS, Polymer Processing Principles and Design. Wiley Interscience Publication, 1998.

[3] TADMOR ZEHEV, GOGOS COSTAS, Principles of Polymer Processing. Wiley Interscience Publication.

[4] RAMOS, Extrusión de Plásticos Principios Básicos, Editorial Limusa.

[5] www.coramer.com Selector de Mezclas

[6] www.a-toppolymers. Blow Molding Polyethylene, Trouble Shooting Guide.