



Tecnología para la producción de tubos de polietileno de alta densidad para la conducción de agua en la empresa Holplast de Holguín*

Yosbel Romero Ramírez

Carrera: Ingeniería metalúrgica

Instituto Superior Minero Metalúrgico (Cuba).

Resumen: En el trabajo se abordaron los diferentes parámetros constructivos de los tubos de polietileno para la conducción de agua. Se reflejaron los principales problemas que enfrentan los ingenieros metalúrgicos en la producción, las principales medidas de protección e higiene del taller por donde se desarrolla el flujo de los tubos y el papel que juega la empresa en la conservación del medio ambiente como el reciclaje de la materia prima, entre otras. Se analizó el modo de selección del equipamiento sobre la base de indicadores técnico económicos, y los parámetros que se tienen en cuenta para la elaboración de los tubos. Se expone la tecnología para la producción de tubos de polietileno de alta densidad en la empresa Holplast.

Palabras clave: Polietileno; pieza; flujo tecnológico; producción; procesos metalúrgicos; reciclaje.

* Informe de la Práctica laboral de 5^{to} año. Tutorado por la M. Sc. Evangelina García Peña.
Recibido: 1 marzo 2014 / Aceptado: 3 junio 2014.

High density polyethylene piping manufacture for water transfer applications in the Holplast facility, Holguin

Abstract: The research describes the various construction requirements for the manufacture of polyethylene (plastic) pipes for water transfer applications. It presents the fundamental issues metallurgical engineers deal with in the manufacturing process, the protection and hygienic measures in place in the workshops where the piping manufacturing process takes place in addition to the role of the enterprise in the protection of the environment such as raw material recycling, among others. The investigation includes an analysis of the equipment selection process based on technical and economic indicators and parameters taken into consideration for piping manufacture. It presents the technology applied for high density polyethylene pipe manufacture in the Holplast facility.

Key words: Polyethylene; part; technological flowrate; production; metallurgical engineers; environment; recycling.

Introducción

La empresa Holplast fue creada mediante la Resolución 44/2007 del presidente del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos. Pertenece al Grupo Empresarial de Ingeniería y Logística Hidráulica (GEILH) del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH).

Holplast fue puesta en explotación en julio del año 2007 con dos líneas de producción de tuberías lisas de polietileno de alta densidad (PEAD), con una capacidad máxima de transformación de 1,3 t de materia prima por hora. En el año 2011 se amplió la capacidad y variedad de producción de la empresa al incluirse un taller de termofusión de piezas o accesorios de polietileno de alta densidad.

Desde su descubrimiento en 1933, el polietileno se ha convertido en uno de los materiales termoplásticos con amplio uso mundial. La aplicación original para el polietileno surgió durante la Segunda Guerra Mundial como sustituto para goma en instalaciones eléctricas. En la actualidad las resinas de polietileno han incrementado su versatilidad en aplicaciones como instalaciones de gas, de agua, tanques de combustibles de automóviles, etc. (Sherwell, 2014).

El uso del polietileno (PE) como material para la producción de tuberías ocurrió a mediados de los años 50 del siglo XX. Entre sus ventajas se destaca no ser corrosivo, su flexibilidad y ligereza. Su utilización se extendió rápidamente en la industria del aceite, del gas y del agua (Muñoz, 2014).

El trabajo expone la tecnología para la elaboración de tubos de polietileno de alta densidad (PEAD) para la conducción de agua de la empresa Holplast de Holguín, para ello se utilizó la búsqueda de datos y la observación.

Métodos de la organización de la producción y los servicios

El proceso tiene como producto final tuberías y accesorios de PEAD, que integra la participación de las diferentes brigadas de trabajo, recursos que pertenecen a los grupos de trabajo socialista. El plan de producción de los grupos de trabajo se forma por los metros de tubería teniendo en cuenta la capacidad de transformación de la máquina, así como el surtido que se esté produciendo en el momento en que comienza su turno de trabajo.

La asignación de la fuerza de trabajo a la producción de tuberías y accesorios de PEAD está determinada por el nivel de esfuerzo físico y de control que exige el proceso en cada turno de trabajo. Estas asignaciones las realizan el director de producción y el especialista de producción, responsables de la administración de los recursos y controlan la ejecución del plan de producción mensual de cada grupo.

Los aseguramientos materiales y técnicos fundamentales para el cumplimiento de los planes de trabajos son: la materia prima, las máquinas extrusoras de PEAD (herramienta principal de trabajo), las computadoras, el software, las normas técnicas y los procedimientos de trabajo.

Las dificultades dentro del proceso productivo de la UEB Técnico Productiva están dados por: la falta de completamiento de las brigadas de trabajo, la falta de materia prima en la fábrica, averías en el equipamiento tecnológico, inestabilidad de la energía eléctrica o insuficiente patio para organizar la producción terminada) que propician la paralización de la fábrica. Para contrarrestar esta problemática a nivel de la Dirección de la UEB se realiza un balance diario de la materia prima existente, mantenimiento preventivo, de carga-capacidad y del comportamiento del plan de producción que permite disminuir al máximo la ocurrencia de los mismos.

La planificación de la producción

En la UEB existe un procedimiento directamente vinculado con las operaciones y control del proceso productivo: el procedimiento (P06-10).

Este procedimiento de trabajo permite planificar la producción de las tuberías y accesorios de PEAD, que son los compromisos asumidos con los clientes y planificar el plan de producción en metros de cada grupo de trabajo.

Proceso de elaboración del plan de producción de la empresa

El plan de producción de la empresa se elabora según se detalla en el procedimiento, (P06-Producción), teniendo en cuenta la demanda de tuberías para las inversiones del INRH para el próximo año, el plan de materia prima a transformar en este periodo en correspondencia con dichas inversiones, además de la asignación de energía eléctrica para la etapa. En la Dirección Contable ese valor global se desglosa por surtido de tuberías, teniendo en cuenta el precio de la materia prima se realiza la ficha de costo a

cada surtido, obteniéndose así la ficha de costo de cada tubería de forma individual. Los valores obtenidos se ajustan al valor de producción anual aprobado, y se emite el "Precio de Ventas de las tuberías", de estricto cumplimiento por el área Comercial.

Obtención del polietileno

El polietileno puede ser producido por distintos procesos fabriles. Las características del proceso de producción tienen una gran influencia en su estructura. El polietileno de baja densidad (PEBD) se puede obtener usando un proceso a presiones altas, pueden ser por autoclave o en un reactor tubular. El polietileno de alta densidad (PEAD) y el polietileno linear-bajo-densidad (PELBD) son fabricados usando procesos a baja presión. La polimerización surge por el uso de una catalización metálica de transición, por ejemplo, el titanio o el cromo.

El material de los tubos de polietileno de alta densidad de la clase MRS 8 (PE 80) puede ser producido usando un solo proceso de polimerización a baja presión. El polietileno PE 100 en tubos de clase MRS10 (PE 100) son producidos usualmente en plantas de cascadas llamadas de proceso bimodal. El polietileno que se utiliza en la producción de tuberías en Holplast es de alta densidad que se importa de varios suministradores que en el mundo fabrican esta materia prima, fundamentalmente proveedores europeos tales como: INEOS, REPSOL, BOREALIS, etc.

Características de los tubos

La producción de los tubos de polietileno se realiza en la línea de extrusión a temperaturas y presiones constantes. Las dimensiones del tubo, diámetro y espesor se deben mantener dentro de los parámetros prefijados por las normas y su longitud se establece en la sierra de corte, tomando en cuenta las condiciones de transportación. Generalmente su longitud es de 12 m.

Las tuberías lisas de polietilenos en Holplast se fabrican según la norma UNE-EN 12201-2:2003, la cual es válida para los sistemas de canalización fabricados de polietileno destinado al suministro de agua para el consumo humano; esta norma, además, especifica los métodos de ensayos a utilizar para determinar la calidad del tubo y sus parámetros.

Holplast cuenta con tres líneas de producción de tuberías lisas que pueden transformar, a su máxima capacidad, 1 375 kg/h de materia prima y producir tuberías lisas de PE de alta densidad con presiones nominales de 12,5; 10; 8; 6; 5 y 4 bar.

Los tubos fabricados en Holplast para los sistemas de canalización para el suministro de agua son de color azul o negros con bandas azules que identifican que los mismos son para la conducción de agua (los tubos para la conducción de gas son amarillos o negros con bandas amarillas); la superficie interna y externa del tubo debe presentar un aspecto liso y estar limpias y libres de grietas, cavidades u otros defectos superficiales. Los cortes de los extremos deben ser perpendiculares al eje del tubo.

Tabla 1. Elementos marcados por presión sobre la superficie exterior del tubo

Elementos	Marca o símbolo
Número de la norma	Ej. EN 12201
Identificación del productor	HOLPLAST
Dimensiones (d_{ext} y espesor)	Ej. 110 x 10
Presión nominal (bar)	Ej. PN 10
Serie SDR	SDR 11
Designación del material	Ej. PE 100
Brigada que lo fabricó	Ej. B3
Fecha de producción	Ej. 110314

Selección del equipamiento, fundamentación del equipamiento

La línea 1 cuenta con los siguientes equipos, según el flujo tecnológico, que es el mismo para las tres líneas de producción:

Extrusora tipo: PO 1000 VS 418 FS

Tanque calibrador: V 1001 VA

Tanque de enfriamiento: K 1001 VA

Maquina de marcado: MAC 1200-RLD-2

Maquina de arrastre: R 250/6E

Cortadora de tubos: TU 1000 P

La línea 2 cuenta con los siguientes equipos en su flujo de producción:

Extrusora tipo: PO 1000 VS 418 FS

Tanque calibrador: V 500 VA

Tanque de enfriamiento: CB-500

Maquina de marcado: MAC 500-CCRD-2

Maquina de arrastre: R 500-6E

Cortadora satelitales: TU 500 P

La línea 3 cuenta con los siguientes equipos:

Extrusora: NE 530D

Tanque calibrador: CV-2C-125-6V3F

Tanque de enfriamiento: VRT-125-6

Maquina de marcado: TAN-T1-10-200

Maquina de arrastre: TR 125-3

Cortadora de tubos: TS 125

Los equipos de las líneas de producción 1 y 2 son de procedencia alemana. La línea 3 es mixta, procedente de Italia y Francia.

Principio de funcionamiento de los equipos por donde transitan los tubos

Línea 1: Extrusora PO 1000 VS 418 FS

Calentamiento: Para evitar que el material plástico fundido se salga durante la fase de calentamiento, se deberá haber montado con anterioridad la placa obturadora suministrada.

Tanque calibrador V 1000 VA: El carro con el dispositivo de corte se desplaza sobre las guías en dirección de extrusión. El armario de distribución se encuentra en la parte posterior de la máquina. El panel de mando puede colocarse según las necesidades. El proceso de corte es iniciado por un medidor de longitud de forma manual o por un interruptor final en el canal basculante o en la vía de rodillos. Durante el proceso de corte el tubo es presionado en ambos extremos del carro por mordazas de sujeción impulsadas mediante cilindros neumáticos contra el guiado de los tubos.

Tanque refrigerador K 1001 VA: El carro con el dispositivo de corte se desplaza sobre las guías en dirección de extrusión. El armario de distribución se encuentra en la parte posterior de la máquina. El panel de mando puede colocarse según las necesidades. El proceso de corte es iniciado por un medidor de longitud de forma manual o por un interruptor final en el canal basculante o en la vía de rodillos. Durante el proceso de corte el tubo es presionado en ambos extremos del carro por mordazas de sujeción impulsadas mediante cilindros neumáticos contra el guiado de los tubos.

Dispositivo de extracción de orugas R 250/6E: El carro con el dispositivo de corte se desplaza sobre las guías en dirección de extrusión. El armario de distribución se

encuentra en la parte posterior de la máquina. El panel de mando puede colocarse según las necesidades. El proceso de corte es iniciado por un medidor de longitud de forma manual o por un interruptor final en el canal basculante o en la vía de rodillos. Durante el proceso de corte el tubo es presionado en ambos extremos del carro por mordazas de sujeción impulsadas mediante cilindros neumáticos contra el guiado de los tubos.

Cortadora TU 1000 P: El carro con el dispositivo de corte se desplaza sobre las guías en dirección de extrusión. El armario de distribución se encuentra en la parte posterior de la máquina. El panel de mando puede colocarse según las necesidades. El proceso de corte es iniciado por un medidor de longitud de forma manual o por un interruptor final en el canal basculante o en la vía de rodillos. Durante el proceso de corte el tubo es presionado en ambos extremos del carro por mordazas de sujeción impulsadas mediante cilindros neumáticos contra el guiado de los tubos.

Línea 2

Cortadora TU 500 P: Tiene el mismo principio de funcionamiento que la cortadora de la línea 1. El tanque calibrador y el tanque de refrigeración tienen el mismo principio de funcionamiento. Lo mismo ocurre con la máquina de extracción de orugas.

Línea 3

Tanque de calibración CV-2C/125-6: Concebido y construido con el objetivo de refrigerar tubos plásticos. El tanque está dividido en dos cámaras al vacío, la primera de calibración y la segunda de refrigeración. Por el interior pasa el tubo para calibrar, está situado sobre un chasis de soporte que, gracias al sistema motorizado, se puede deslizar a lo largo de dos carriles. En la parte superior del tanque se encuentran cinco aberturas con cristales que permiten inspecciones durante el proceso. Al lado izquierdo de la máquina (con respecto al sentido de extrusión del tubo) están la alimentación del agua, el cuadro de mandos y las bombas de evacuación del agua. Las bombas para el agua y para el vacío, los desagües neumáticos e hídricos y el cuadro eléctrico están al lado derecho, las válvulas para la regulación de la depresión y los manómetros están colocados en la parte superior de la máquina. Es necesario dejar un espacio mínimo entre el tanque y las paredes (al menos un metro) y máquina y techo (al menos dos metros).

Tanque de enfriamiento VR-T/125-6: Por el interior del tanque pasa el tubo para enfriar, está instalado sobre patas de soporte regulable en altura. El tanque puede estar abierto por el lado superior por medio de pequeñas puertas realizadas de acero inoxidable. En el lado izquierdo del tanque (respecto al sentido de extrusión) están ubicados la alimentación del agua y el cuadro de mandos. La bomba y la descarga del agua están debajo del tanque. El enfriamiento del tubo se verifica gracias al agua nebulizada por boquillas que están al interior del tanque, de manera a regar y, por consecuencia, refrigerar uniformemente toda la superficie del producto en movimiento al interior del tanque.

Máquina de Marcado TAN-T1/10-200: Diseñada para marcar tubos por medio de sellos intercambiables. Los sellos están montados en la rueda porta-sellos, están calentados por una resistencia, facilitando de esta manera el marcado sobre el tubo. Entre los sellos y el producto para marcar corre una cinta coloreada que da al marcado el color requerido. Antes de comenzar con el proceso de marcado es necesario verificar la alineación correcta entre la máquina, el tanque de enfriamiento y el carro de arrastre. Centrar la máquina de marcado con el eje de extrusión de la línea y controlar en fin la conexión correcta de los usuarios.

Máquina de Arrastre TR 125/3: El carro de arrastre se utiliza dentro de una línea de extrusión para tubos en PVC, HDPE, PP, ABS. El carro de arrastre está compuesto por un basamento que contiene los órganos de arrastre del tubo. Dos elementos de arrastre del carro se representan mediante una serie de orugas (cuyo número y longitud dependen del modelo y del diámetro máximo del tubo a arrastrar). Dichas orugas han sido construidas con cadenas provistas de tapones de goma que adhieren al tubo, mientras su movimiento se obtiene mediante una serie de reductores y otros órganos mecánicos.

Cortadoras satelitales TS 125: El ciclo productivo inicia con el avance del tubo que viene de la línea de extrusión hacia las mordazas de bloqueo. Una señal eléctrica que llega del programador de corte pone en marcha el ciclo de trabajo. Cuando el tubo procedente de la línea de extrusión arriba a la cortadora se cierran las mordazas de bloqueo y se mueve el carro según la velocidad del tubo. En este momento empieza la rotación del tambor y la bajada de los discos satelitales dentro del tubo. El corte se realiza por medio de la penetración de la hoja que rueda alrededor del tubo. Una vez

cortado el tubo los discos regresan en posición de descanso, las mordazas se abren y el carro regresa en su posición inicial.

Principales características técnicas económicas de los equipos seleccionados para la elaboración de la pieza

Línea 1

Extrusora PO 1000 VS

Número de puestos y calefacciones regulables: 12; potencia calorífica: 88,4 kW.

Potencia calorífica por zonas: zona 2=1,5 kW; zona 3-5=5,7 kW; zona 6; 7; 8; 9 igual a 3,5; 12; 10,5; 10,5, respectivamente; 10-13 = 6,9. Diámetro exterior de los tubos: 450-1000 mm; rendimiento de paso: 1 000 kg/h; peso: 10 000 kg.

Insertos: Número de puestos y calefacciones regulables: 9; potencia calorífica: 46,5 kW.

Potencia caloríficas por zonas: zona 14-17 igual a 5 kW; zona 18 igual a 5,5 kW; zona de 19-22 = 5,25 kW; peso máximo 5 000 kg.

Baño refrigerador

Año de construcción: 2006

Diámetro mínimo del tubo: 200 mm; diámetro máximo del tubo: 1 000 mm; longitud de la cámara refrigeradora: 4 000 mm; número de pulverizadores: 160 unidades; máxima carga vía de rodillos: 166 kg/m; aros de apoyo/rodillos de apoyo: 1/2 unidades; altura estándar de extrusión: 1 475 mm.

Espacio para la colocación del baño refrigerador K 1001 VA: largo: 4 300 mm; ancho: 1 805 mm y altura: 2 170-2 320 mm.

Calibrador de vacío V1001 VA

Diámetro mínimo del tubo: 200 mm; diámetro máximo del tubo: 1 000 mm; longitud de la cámara de vacío: 5 500 mm; ancho de vía: 1 600 mm; altura estándar de extrusión: 1 475 mm; longitud para la instalación: 8 900 mm; ancho: 2 315 mm; altura: 3 105 mm.

Dispositivo de extracción de orugas R250/6E

Año de fabricación: 2006

Cortadora TU 1000 P

Año de construcción: 2006; peso de la máquina: 5 280 *kg*; tensión de la fuente: 24 *V*; frecuencia: 60 *Hz*.

Accionamiento: disco planetario: 5,5/11 (opcional) *kW*; grupo hidráulico: 2 x 0,75 *kW*.

Tiempo por vuelta: mínimo: 4,9 *s*; máximo: 58,25 *s*.

Diámetro de la cuchilla: 300 *mm*; número de las cuchillas: 2 unidades; juegos de mordazas de sujeción: 400-630, 630-1 000, 1000-1200 *mm*, respectivamente.

Diámetro máximo del tubo: 1 000-1 200 *mm*; diámetro mínimo del tubo: 240 *mm*; recorrido del carro: 2 000 *mm*; capacidad de corte en vacío: 2 cortes/min; longitud de corte mínimo 300 *mm*.

Suministro de aire comprimido: Conexión neumática: 9 *mm*; presión de servicio: 6 *bar*.

Espacio necesario para la colocación: longitud: aproximadamente 4 760 *mm*; ancho: 2 380 *mm*; altura: 2 600 *mm*.

Línea 2

Cortadora TU 500 P

Año de construcción: 2006; peso de la máquina: 3 450 *kg*; tensión de la fuente: 24 *V*; frecuencia: 60 *Hz*.

Accionamiento: disco planetario: 2,2 *kW*; grupo hidráulico: 0,75 *kW*.

Tiempo por vuelta: mínimo: 4,27 *s*; máximo: 51,28 *s*.

Diámetro de la cuchilla: 200 *mm*; juegos de mordazas de sujeción: 90-160, 160-250, 250-400 *mm*, respectivamente. Diámetro máximo del tubo: 500 *mm*; diámetro mínimo del tubo: 50 *mm*; recorrido del carro: 1 500 *mm*; capacidad de corte en vacío: 4 cortes/min; longitud de corte mínimo 300 *mm*.

Suministro de aire comprimido: Conexión neumática: 9 *mm*; presión de servicio: 6 *bar*.

Espacio necesario para la colocación: longitud: aproximadamente 4 900 *mm*; ancho: 1 900 *mm*; altura: 2 200 *mm*.

Línea 3

Tanque de calibración: PRIMAC-CV-2C/125-6/3P

Tensión estándar: 460 *V*; frecuencia: 60 *Hz*; longitud: 6 106 *mm*; ancho: 912 *mm*; altura de extrusión: 1000 ±50 *mm*. Dimensiones del tubo: diámetro mínimo: 16 *mm*; diámetro máximo: 125 *mm*.

Tanque de enfriamiento VR-T/125-6

Tensión estándar: 460 V; frecuencia: 60 Hz; longitud: 5 700 mm; ancho: 784 mm; altura de extrusión: 1000 $\pm$ 50 mm.

Máquina de Marcado TAN-T1/10-200

Tensión estándar: 460 V; frecuencia: 60 Hz; longitud: 1 000 mm; ancho: 860 mm; altura de extrusión: 1 000 $\pm$ 50 mm.

Máquina de Arrastre TR 125/3

Año de fabricación: 2013; tensión de alimentación: 460 V; frecuencia: 60 Hz; potencia instalada: 8 kW; rumorosidad: 77 dB(A); número de orugas: 3; presión de alimentación: 6/7 bares; longitud: 1 000 mm; ancho: 1 360 mm; alto: 2 000 mm; altura eje de extrusión: 1 000 $\pm$ 5 mm.

Cortadoras satelitales TS 125

Presión de alimentación: 617 bar; Tensión de alimentación: 460 V; frecuencia de la tensión de alimentación: 60 Hz; potencia instalada: 5 kW; ruido: 77 dB (A).

Extrusora de manguitos ranurados

Tipo de máquina: NE 5.30D; año de fabricación: 2013; peso total de la máquina: 1 600 kg.

Datos mecánicos:

Altura (centro de extrusión): 1 000 mm; diámetro (husillo de la extrusión): 50 mm; longitud (husillo de extrusión): 30 D; velocidad de giro: 1-200 rpm o 1/min. Presión máxima admisible de la masa fundida: 500 bar; temperatura máxima admisible del proceso: 300 °C.

Datos eléctricos:

Tensión de conexión: 3 x 460 V; frecuencia: 60 Hz; potencia instalada (total): 118 kW; accionamiento principal (potencia nominal): 61 kW. Fusible del conducto de entrada: 200 A; sección del conducto de entrada: 95 mm².

Nivel de presión acústica de emisión: 76 dB (A).

Datos técnicos de los equipos auxiliares y su principio de funcionamiento

Purgador de condensados EO-DRAIN 31: Presión de funcionamiento mín./máx.: 0,8/16 *bar* (12 a 230 *psi*); Temperatura mín./máx.: +1/+60 °C (+34/+140 °F); Caudal máximo del compresor: 5 m^3/min ; Capacidad máxima del secador frigorífico: 10 m^3/min ; Capacidad máxima del filtro: 50 m^3/min ; Potencia consumida: $P < 8,0$ VA (W); Tensión de funcionamiento: 230/115/.../24 VAC ± 10 %, 50/60 Hz/24 VDC.

Principio de funcionamiento: El condensado penetra a través de la conducción de alimentación en el ECO-DRAIN 31 y se va acumulando en el depósito. Un sensor capacitivo registra permanentemente el nivel de llenado y transmite una señal al control electrónico tan pronto como el depósito se ha llenado. La válvula piloto se acciona y la membrana se abre el paso hacia la salida de condensado. Cuando el ECO-DRAIN 31 se ha vaciado la salida de condensado vuelve a cerrarse herméticamente de manera inmediata, impidiendo así que se produzcan pérdidas de presión innecesarias.

Compresor de tornillo SXG Classic: Peso: 267 *lb*; temperatura mínima de corte: 40 °F; temperatura final de compresión típica durante la operación: 167-200 °F; máxima temperatura final de compresión (apagado automático): 230 °F; máxima elevación: 3 000 *ft*; temperatura ambiente: de 40 °F a 105 °F; presión mínima de compresión: 80 *psi*. Nivel de ruido generado por la presión: 60 [db(A)].

Planta secadora SOMOS D 2000 (deshumidificadores)

Cantidad de aire seco: 2 800 m^3/h ; capacidad de calefacción, regeneración: 2 · 13,5 *kW*; potencia motriz: 2 · 7,5 *kW*.

Secado: En el embudo de secado circula de abajo hacia arriba el aire de secado caliente a través del granulado, lo calienta y aparece arriba cargado de humedad. Desde allí absorbe el aire el ventilador por medio del filtro de retorno de aire. El ventilador presiona ahora el aire a través de los recipientes de secado completo. Aquí entrega el aire la humedad absorbida en el granulado al material secante, circula por el conducto de aire seco hacia la calefacción, se calienta a la temperatura regulada y circula dentro de los depósitos de granulados. El controlador de caudal (FSA 1) asegura la calefacción, desconectándose cuando no hay suficiente circulación de aire (ejemplo defectos en el ventilador o los filtros sucios).

Regeneración: El ciclo de regeneración está separado del ciclo del aire seco. El motor reductor hace girar el eje con el recipiente de secado completo. Con esto pasan continuamente los tarros de material secante desde el proceso de desecado al proceso de regeneración y enfriamiento. El ventilador aspira aire fresco para regenerar el material secante a través del filtro regenerador. El aire de regeneración se calentará a la temperatura fija regulada ($230\text{ }^{\circ}\text{C}$) en la calefacción y será presionado a través del material secante. El aire fresco calentado expulsa la humedad y después va hacia afuera cargado de humedad por medio de los tubos de escape de aire.

Enfriamiento: Antes que el tarro de material secante salga nuevamente al ciclo de secado, debe estar seco el material secante para lograr una absorción óptima de la humedad. Esto ocurre por medio de una corriente parcial del aire regenerado que se hará pasar por delante de la calefacción.

Grúa II puente birrail 10 t

Año de fabricación: 2006

Tensión de alimentación: 440 V; frecuencia: 60 Hz; tensión de mandos: 48 V. Recorrido vertical: 10 m; velocidad de dirección: 24/6 m/min; potencia: 8,6/1,3 kW; rpm: 3 600/600.

La máquina se compone de las siguientes partes: carro donde va ubicado el polipasto y el mecanismo de dirección; viga principal donde están ubicados los rieles para el desplazamiento del carro; armario eléctrico y líneas de alimentación del carro y la botonera.

Refrigerador Weco 48 AG: planta tratamiento de agua

Potencia nominal: 47,6 kW; Ventilador caudal de aire: $25800\text{ m}^3/\text{h}$; nivel de ruido: 80,4 dB(A); volumen del recipiente: 300 l.

Propiedades físicas y químicas:

Punto de ebullición: $-25,1\text{ }^{\circ}\text{C}$; Punto de fusión: $-108\text{ }^{\circ}\text{C}$; Presión vapor: 5740 hPa a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$; densidad: $1,226\text{ g/cm}^3$ a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ en fase líquida.

Principio de funcionamiento: La bomba evaporadora transporta el medio calentado desde el tanque, a través del evaporador, nuevamente hacia el tanque. Durante esta operación, el medio refrigerante toma la energía del proceso del evaporador. El circuito de recirculación del medio desde el tanque a través del consumidor es mantenido por la bomba de operación.

Control de la calidad del agua: La máquina de frío debe ser llenada con agua limpia y no agresiva, o bien con agente anticongelante sobre la base de una mezcla de etilenglicol/agua con una relación de mezcla entre agua 75/35 % y H₂O 65/35 %.

Alimentadores FG 421, 423, 424

Máxima temperatura del material a transportar: +80 °C; Máxima temperatura ambiente de funcionamiento: +50 °C.

Materiales: Filtro de aire de transporte: polyester; tamiz del filtro: acero inoxidable; chapaleta de salida: acero inoxidable; filtro de compensación: polyester; volumen neto: tolva de alimentado: 20 l; peso de la estación de alimentación: 27 kg; sonoridad: <80 dB(A); Grosor del material a alimentar: filtro de aire de transporte: >70 µm; tamiz del filtro: >300 µm; diámetro de entrada del aire: 38/55 mm; diámetro de entrada del material: 38/55 mm.

Función: La trompa aspiradoras inserta en el contenedor de material y sirve para aspirar el material que se transporta. Al comenzar el ciclo de transporte, la válvula de transporte y la válvula de la estación de soplantes pasan a la posición transportar. La estación de soplantes genera una depresión en la tolva del alimentador, y así aspira el material. El filtro del aire de transporte se ocupa entonces de separar el material del aire de transporte. Cuando ha concluido el tiempo de transporte, la válvula de la estación de soplantes pasa a la posición derivación, y entonces la estación de soplantes sigue funcionando durante un máximo de 10 min. El material transportado hace presión por su propio peso sobre la chapaleta de salida, abre esta y sale de la tolva. Cuando la tolva de alimentador se ha vaciado, la chapaleta de salida se cierra automáticamente y entonces comienza un nuevo ciclo de transporte.

Co-extrusora Tipo: E25.1 KSY1-25D

Año de construcción: 2006

Dimensiones y pesos: longitud: 1 455 *mm*; ancho: 970 *mm*; altura: 1 870 *mm*; altura de extrusión horizontal: 1 130-1 480; peso: 198 *kg*; diámetro transporte helicoidal: 1662 OB2; número cilindro: 16632 OB2; diámetro cilindro: 25 *mm*.

Motor de accionamiento tipo: SK100L/40TF

Potencia: 5,2 kW (87 *Hz*); tipo de protección: IP 23S; velocidad máxima del motor: 2450 min^{-1} (87 *Hz*).

Engranaje tipo: SK 2282 A2-H:

Relación de transmisión 1:13,23; cantidad de aceite: 1 650 cm^3 .

Partes de la coextrusora:

Motor propulsor y engranaje: El motor propulsor es un motor de CD en derivación. Un ventilador independiente garantiza la refrigeración. Contactos térmicos evitan la sobrecarga. El tacómetro instalado visualiza la velocidad del transportador helicoidal: realimentación del convertidor de corriente regulado por tiristor y la estabilización de la velocidad durante el cambio de carga. El par de fuerzas del motor se transmite a través de un acoplamiento de diente curvo sin fuerza transversal al engranaje reductor. El engranaje es recto con ruedas dentadas templadas y biseladas, rendimiento 98 %. La fuerza de contrapresión del transportador helicoidal se recepciona por un rodamiento de rodillo axial a rotula. El cojinete está concebido para soportar una carga continua de 500 *bares*.

Cilindro: El cilindro y el transportador helicoidal son la unidad de procedimiento de la extrusora. El cilindro es normalmente de acero para nitrurar y está bonificado y nitrurado. En casos especiales es de bimetálico según la carga o de un material especial, también recubierto. El cilindro normal es de una sola pieza con anillo de refrigeración en la zona de alimentación. En casos especiales se emplea un cilindro de casquillos ranurados de varias partes. Los casquillos ranurados (también lisos) se pueden refrigerar y atemperar fácilmente.

Transportador helicoidal: Se pueden emplear helicoidales blindados o transportador helicoidal de aleaciones especiales. Están conformados como los cilindros, en correspondencia con su empleo. Para usos normales con un cilindro de una sola pieza

se emplean transportadores helicoidales de tres zonas con piezas mixtas al final de la zona de descarga. Para la mecanización de materiales térmicamente sensibles es mejor cuando se emplee el transportador helicoidal hueco con un dispositivo de refrigeración, por ejemplo: polivinilcloruro duro. En casos especiales se emplean extrusoras con cilindros y transportador helicoidal de desgasificación. La alimentación de material a la unidad de procedimiento tiene lugar a través de un embudo situado en la abertura de alimentación.

Calentamiento del cilindro y de la herramienta: El atemperamento del cilindro tiene lugar con cintas calentadoras eléctricas equipadas con sopladores refrigeradores en el área donde pueda surgir un posible efecto de fricción sobre la fusión de plástico. Las temperaturas se registran a través de termoelementos y se regulan por los reguladores de temperatura controlados. La función del regulador depende de la zona de calentamiento. En casos excepcionales es necesario un enfriamiento de transportador helicoidal. Un método es la compensación térmica por medio de los cartuchos conductores de calor instalados. Un segundo método es la evacuación del calor a través de aire soplado el cual fluye por el tubo de refrigeración del transportador helicoidal hueco hacia atrás. Más intensivo es el atemperado del líquido. Aquí se emplea un sistema cerrado con realimentación y refrigeración de retorno.

Flujo de la extrusora: El material llega por medio de un embudo y bajo la influencia de la fuerza de gravedad al orificio de alimentación del cilindro. El transportador helicoidal rotatorio que se encuentra en el cilindro toma (tira) el material y lo transporta en el sentido de la descarga. Con ayuda de las cintas calentadoras que influyen sobre el cilindro por afuera y que están divididas en zonas de calentamiento así como por medio del trabajo de rozamiento (cizallamiento) del husillo rotatorio se obtiene la energía necesaria para transformar el material en un estado plástico.

Datos de los equipos que existen en el laboratorio

Balanza analítica: Se emplea para la densidad. El objetivo es conocer la densidad de la materia prima y el tubo terminado. Alcanza una temperatura de 23 °C, un valor de 930 kg/m³, está avalado por la norma EN ISO 1183:2004.

Dinamómetro: Está destinado al alargamiento a la rotura, se le determina al tubo terminado, las probeta son de tipo 1, 2, 3. Está avalado por la norma EN ISO 6259:1 2001.

MFR 1267: Destinado a conocer el índice de fluidez, alcanza una temperatura de 90 °C, valor de 0,2 g/10min hasta 1,4 g/10min, la carga se realiza de 5 kg o 216 kg. Avalado por la norma EN ISO 1133:2006. Cama de temperaturas 50 °C - 400 °C, tobera, barril de calefacción eléctrica, longitud de ocho metros, fabricado de acero templado.

Conexiones eléctricas: voltaje: 230 V con 50 Hz - 60 Hz.

Dimensiones del equipo: largo: 700 mm, ancho: 530 mm, alto: 700 mm, peso (descargado): aproximadamente 70 kg.

Componentes principales: Armazón: conteniendo la instalación de alta tensión, dos termorreguladores separados y los fusibles, interruptor general, clavija de alimentación y los interfaces de transmisión de datos.

Barril con sistema de calefacción que consiste de la tobera (en el barril), dos resistencia de calentamiento, dos sensores de temperatura (Pt 100) y una sonda de sobrecalentamiento.

Reciclaje: la mayoría de las piezas que constituyen el aparato consisten de materiales reusables o reciclables, algunas de ellas son marcadas para el reciclaje selectivo o una eliminación compatible con el medio ambiente.

Fresadora MOD 1643

Datos técnicos

Tensión: 230 V, frecuencia: 50 Hz, peso: 160 kg, consumo de energía eléctrica: 1 kW, protección eléctrica en la planta: 16 A, altura: 850 mm, ancho: 750 mm, profundidad: 1 250 mm, durante el funcionamiento: <70 dB(A), temperatura ambiental: 5 °C a 35 °C, humedad relativa del aire: máximo 70 %, sin condensación.

Número de cuerpos de ensayos por cada ciclo de fresado: mesa 1: máximo 4; mesa 2: máximo 2; potencia máxima igual a 2 000 W.

El control de la fresa se realiza por medio de un ordenador (PC) habitual en el comercio, el PC es opcional. Sistema operativo: Windows XP Microsoft.

Principio de funcionamiento

La propulsión del husillo se desplaza en función del programa de fresado a lo largo de las guías lineales horizontales y verticales. Por medio del aire comprimido se eliminan las virutas de la fresa. El aire comprimido se activa-desactiva por medio de la llave de bola.

La mesa de fresado se desplaza a lo largo de la guía lineal. En la mesa de fresado se sujetan los cuerpos de ensayo en los dispositivos de fijación. Los dispositivos de fijación se colocan en función del programa de fresado.

Equipos para el control de los parámetros del flujo tecnológico

Extrusor de manguitos ranurados: Mediante la pendiente de rampa se define como de rápido debe modificarse el número de revoluciones del husillo\la velocidad de extracción con una pulsación de las teclas más rápido\más despacio. Cuanto más alto sea el tiempo de aceleración, tanto más lento reacciona el accionamiento con respecto a la tecla más rápido\más despacio.

Transductores: Están configurados para la medición de la presión con elevadas temperaturas y se caracterizan por el principio de transmisión hidráulica de la presión dalla membrana delantera (de contacto). Las operaciones de extrusión se caracterizan por elevadas temperaturas alcanzadas.

El análisis sensorio gravimétrico inteligente para el registro y la regulación del flujo de masa y del consumo de material en el proceso de extrusión. Los valores medidos se registran directamente en la balanza de tolva, se continúan procesando y se ponen a disposición a través de las interfaces o acoplamientos en líneas de los sistemas de automatización superior como, por ejemplo, SAVEOMAT, AUREX o también a sistemas foráneos.

Datos técnicos:

Temperatura ambiente máxima: 55 °C; Suministro de corriente: 24 V ± 10 % CD; Tipo de protección: IP54

Alimentación de la extrusora (SAVEOMAT IGS M1)

La báscula con tolva se monta directamente encima del orificio de la extrusora o del tornillo sinfín de subalimentación. Dependiendo del circuito de regulación, con los datos de medición registrados por la báscula con tolva podrá controlar las revoluciones del tornillo sinfín o la velocidad de extracción de la extrusora.

Datos técnicos:

Adecuada para la monoextrusión y coextrusión.

Adecuada para polvo y granulado.

Diferentes tamaños para un rango de caudal de entre 0,2 kg/h y 2 000 kg/h.

Rango de temperatura en funcionamiento: 0 a 40 °C.

Rango de temperatura durante el transporte: 0 °C a 50 °C.

Relativa humedad del aire durante el funcionamiento: 15 % bis 85 % (sistema condensado).

Humedad relativa ambiental durante el transporte: 10 % a 90 % (no condensante).

Temperatura máxima autorizada de los materiales: 80 °C.

Aire comprimido de conexión: 6 bar a 8 bar.

Transmisor para la detección de las revoluciones del tornillo sinfín:

Para la detección del fluido en masa es imprescindible detectar las revoluciones del tornillo sinfín. La monobáscula se utiliza para el suministro continuo de granulados sueltos, según DIN EN ISO 6 186, para el proceso de extrusión.

Detección de las revoluciones:

1- Tornillo sinfín de la extrusora, piñón, polea de transmisión.

2- Cabeza de tornillo o taladro en el tornillo sinfín o en otra pieza del accionamiento que rote, el diámetro debe ser como mínimo de 12 mm.

3- Interruptor de proximidad inductivo: rosca métrica M12x1; tensión de alimentación: 24 V CD; frecuencia de conmutación máxima: 180 Hz.

4- La pantalla LED se ilumina al pasar por la muesca de conmutación.

5- Medida de la ranura para la distancia de cambio 1-3 *mm*.

El interruptor inductivo de proximidad reacciona ante material ferromagnético, por ejemplo: hierro o acero. Tan pronto como una muesca de conmutación del material correspondiente entra en la zona de trabajo del sensor, esta reacciona, conecta el LED y pone en funcionamiento la salida.

Cámara de medición (MK) AUREX MK-ERS

ERS: escáneres de rotación electrónica, los ERS y MK son sistemas de medición por ultrasonidos para la determinación de: diámetros, ovalidad, excentricidad, espesor de pared.

Garantizar la conducción centrada del objeto de medición respecto a los sensores de ultrasonidos. Garantizar una columna de agua estable para la transmisión de ultrasonidos entre el sensor y el objeto de medición.

Tabla 2. Alcance de medición del espesor de pared con ERS en función del diámetro del tubo

Sistema de medición	Alcance de medición total referido al diámetro del tubo (<i>mm</i>)	Alcance de medición 100 % referida al diámetro de tubo (<i>mm</i>)
ERS32	1-32	1-32
ERS63	10-63	10-63
ERS125	10-125	10-125

Tabla 3. Diámetro externo de las cámaras de medición

Sistemas de medición	Diámetro externo
MK 32	0,5-32
MK 63	10-63
MK 125	10-125

Para evitar la adherencia de burbujas de aire en la superficie de los sensores, el escáner debe generar una corriente interna para el lavado de los sensores.

Especificaciones para el agua

Dureza: <15° dH; pH: <6,5-8,0; partículas: <200 μm ; oxígeno: <9 *mg/l*.

Coextrusoras

Dosificación: En el caso de las estaciones de dosificación se encuentra la electrónica de evaluación IGS en cajas de cableado de la correspondiente estación de dosificación.

Monoextrusión y coextrusión: La electrónica de evaluación IGS se encuentra en una caja de aluminio atornillada a la balanza de tolva. Una ventana empotrada permite la visibilidad al visualizador (LED) de siete segmentos de alta luminosidad instalado.

Condiciones: Temperatura ambiental máxima: 55 °C, tipo de protección IP 54, suministro de corriente: 24 V ± 10 % CD, consumo de corriente: 0,1 A (sin entradas digitales ni suministro del emisor de impulsos de rotación).

Con el sistema IGS-IMIS, el análisis sensorio gravimétrico inteligente para el registro y la regulación del flujo de masa y del consumo de material en el proceso de extrusión, los valores medidos se registran directamente en la balanza de tolva, se continúan procesando y se ponen a disposición a través de los interfaces o acoplamientos en líneas de los sistemas de automatización.

El sistema IGS se desarrolló especialmente para el registro del flujo de masa de materiales de tamaño medio hasta bien granulados en el área del proceso de extrusión continuo.

Flujo tecnológico para la elaboración de tubos de polietilenos de alta densidad

El proceso técnico-productivo está compuesto por tres máquinas deshumidificadoras con silos y medios de transporte de la materia prima; el sistema de secado tiene una productividad que garantiza la calidad del producto. Este sistema de secado se ubica cercano a las tres líneas de extrusión y el suministro del material se termina en el sistema del control gravimétrico de cada una de las máquinas. Todo este proceso es efectuado por medio del uso de aire comprimido, que es generado por compresores kaeser a una presión de 9 *bares*. El proceso de enfriamiento de los tubos se realiza con agua a una temperatura de entre 15 °C-20 °C con un caudal de agua de 57 m³.

La tubería resultante es conformada y calibrada en sus dimensiones definitivas en la bañera de enfriamiento al vacío en la que se disipa rápidamente el calor, haciendo llegar una película de agua a la zona de admisión (calibrador). El material se enfría rápidamente a través del rociado de agua por medio de pulverizadores, alcanzando un nivel de dureza y un efecto lubricante que reduce la fuerza de fricción.

La línea 1 está diseñada para la extrusión de tubos de PEAD desde 400 mm hasta 1 000 mm de diámetro, la línea 2 desde 90 mm hasta 355 mm y la línea 3 desde 16

mm hasta 110 *mm*. Esta máquina está compuesta por una extrusora de tornillo con zonas de calentamiento, línea 1 (5 zonas), la línea 2 (4 zonas) y la línea 3 (4 zonas), que es capaz de convertir el material de polietileno de estado sólido a estado fluido, mediante calentamiento y presión por medio del tornillo sinfín.

El proceso de producción de conexiones está compuesto por cuatro máquinas de termofusión 1-(PL 400 CNC) y Tee desde 90 *mm* hasta 400 *mm*, 2-(PL 315) para codos de ángulos desde 90 *mm* hasta 315 *mm*, Tee y Crucetas desde 90 *mm* hasta 250 *mm* y Yee de 45° y 60° desde 90 *mm* hasta 250 *mm*, 3-(PL 160) para codos de ángulos desde 40 *mm* hasta 160 *mm* y la 4-(AVS-4) para reducidos desde 63 *mm*, 75 *mm*, 90 *mm*, 110 *mm*, 160 *mm* a (75 *mm* hasta 1 000 *mm*).

Laboratorio de ensayos

Para asegurar la calidad de sus producciones Holplast dispone de un laboratorio dotado de equipos de tecnología de avanzada y personal altamente calificado que permite asegurar la calidad de todas sus producciones.

El laboratorio acreditó en el 2012 todos sus ensayos por la norma: NC ISO/IEC 17025:2000 requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayo y calibración.

Producción de tubos de polietileno por extrusión

La producción de tubos por extrusión es un proceso continuo. La línea de producción comprende los componentes siguientes:

Extrusora: Procesa la materia prima sólida en forma de pellets, la fusiona y la homogeniza. Su trabajo es continuo, calienta el material a la temperatura de fusión del polietileno, entre 190 °C y 220 °C. Cuenta con un motor eléctrico que tiene velocidad variable, en correspondencia con la necesidad de la producción de masa plástica. La velocidad de transformación de la masa plástica en la extrusora oscila, aproximadamente, entre 100 kg/h (para los diámetros de tuberías pequeñas) y para los diámetros mayores puede ser de hasta 1 000 kg/h.

Cabezal herramental: Transforma la masa plástica de cilindro compacto a forma cilíndrica del tubo. Los herramentales o partes del cabezal vienen con los diámetros

para cada tubo específico, que se producirá por su diámetro. Mantiene la temperatura del material fundido, mediante su resistencia. Su posición en la línea de producción se mantiene por sus ruedas en la base. Sus diámetros y dimensiones están enmarcados dentro de los diámetros que produce la línea en cuestión. Las marcas coloreadas de los tubos se realizan en un orificio que tiene incorporado.



Figura 1. Vista de un cabezal.

Caja de vacío y calibrador: Equipo donde en realidad se forma el tubo con su diámetro y espesor, esto se logra con el vacío producido por él, mediante las bombas de vacío que tiene incorporadas y el calibrador.

Caja de enfriamiento: Tiene en su construcción los rodillos guías del tubo, los aspersores de enfriamiento distribuidos en su interior a todo lo largo, las bombas de agua fría y todo el sistema de enfriamiento, los filtros y la caja de agua fría. En la cabeza de entrada y en la de salida tiene incorporado bridas y tapacetes de goma para evitar el vertimiento de agua al exterior. Las líneas de producción, en dependencia de su magnitud, pueden tener dos y hasta tres cajas de enfriamiento.

Tirador: Su función principal es la de proporcionar la velocidad necesaria para la producción del tubo, la cual se fija al equipo en concordancia con su diámetro exterior y el espesor que se requiere, en dependencia de la presión nominal. Esta velocidad (m/min) cuando es mayor, el espesor del tubo es menor, y cuando es menor el espesor del tubo es mayor.

Sierra de corte: El corte de la sierra está en dependencia de los diámetros de los tubos que producen la línea, así como el espesor de pared. Estas sierras tienen generalmente

el corte de forma orbital. Los cortes de la sierra se programan según la longitud del tubo que se requiere, usualmente el corte se hace a 12 m por motivos de transportación.

Control automático del proceso: El sistema del control y la dirección del proceso se realizan a través de microprocesadores y se reflejan en los paneles de mando y control incorporados a la extrusora y son operados a través de estos. Todo este sistema automático de dirección y de control viabiliza las operaciones desde el panel de mando a los operadores y diagnostica las alarmas en tiempos reales.

Sistema de enfriamiento del agua: La función fundamental del sistema de enfriamiento del agua es mantener la temperatura del agua en los aspersores de las cajas de enfriamiento, entre 12 °C y 17 °C, y regular la reposición del agua perdida en el sistema.

Secador de materia prima (deshumidificador): El secador de materia prima tiene la función de extraer la humedad que contiene la materia prima y suministrarla a la extrusora en condiciones óptimas para la producción.

Fabricación de polietilenos fabricados por termofusión

En el mes de febrero de 2011 se le incluyó a la empresa un taller para la fabricación de piezas de polietileno por termofusión. Este método consiste en aprovechar las características termofusibles de los tubos de PEAD y conformar piezas, accesorios o conexiones que se destinan también a los sistemas de canalización para suministro de agua potable.

Los tubos de polietileno se pueden unir de formas distintas, las más usadas son por uniones soldadas a tope por termofusión, por electrofusión, uniones mecánicas y otras formas menos corrientes. En estos momentos no se ha encontrado ningún material cementicio que los pueda pegar, como es el caso de las tuberías de PVC.

Las uniones soldadas por termofusión a tope o cualquier otra forma, usando la fusión mediante algún elemento calefactor, son las formas más usadas internacionalmente y sus procedimientos son regidos por normas nacionales e internacionales, como son las normas ISO, la ASTM, EN, DVS y otras, las

cuales establecen los parámetros fundamentales de la soldadura con cierta variación entre ellas.

La tecnología de soldadura por termofusión a tope tiene demostrado su eficacia y calidad, por lo tanto no es necesario demostrarla como otras uniones soldadas, como por ejemplo, las tuberías de acero donde hay que demostrarlas antes de su ejecución. Solo son necesarios los controles de calidad después de la ejecución para comprobar si el procedimiento fue llevado como se estipula en las normas.

Las piezas de conexión manipuladas se hacen a partir de tubos, los cuales se cortan con sierras sinfín y posteriormente se completan mediante soldaduras por termofusión a tope.

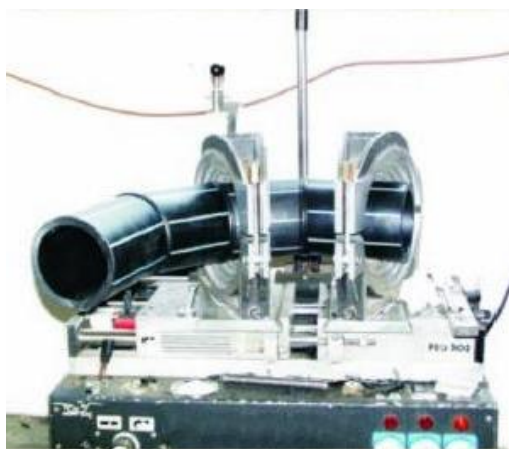


Figura 2. Vista de una máquina empleada para la termofusión.

Consideraciones a tener en cuenta para la conformación de conexiones

En el taller cuentan con mesa sinfín; el objetivo de este equipo es dar los ángulos exactos para la conformación de las diferentes piezas, sean codos, YEE, TEE, entre otras.

- 1) Reflejar los extremos, es decir, limpieza de los bordes.
- 2) La más importante de todas, la alineación, porque de ella depende que la unión sea exacta y no hayan desperfectos en la pieza deseada.

- 3) El tercer paso consiste en pasar un cordón, no es más que una plancha de calentamiento (alcanzar una temperatura de 190 °C a 200 °C); luego unir ambas partes a la plancha, esperar unos segundos.
- 4) Quitar la plancha, bajar la temperatura y unir las partes según el tipo de pieza a confeccionar.
- 5) Enfriar con presión para que ocurra la conexión total de la pieza.

Importante para la confección de las piezas: los tubos deben tener el mismo espesor. La presión varía en función del mismo espesor. Lograr la temperatura requerida.

Gestión del mantenimiento

En el pasado mes de diciembre, la disponibilidad total lograda fue del 28 %, teniendo un 49 % de disponibilidad en la línea 1, un 23 % en la línea 2 y 12 % en la línea 3. El aprovechamiento de la capacidad instalada en la fábrica fue del 47,4 % teniendo en cuenta que se lograron transformar unas 356,125 t de materia prima en el mes.

En el resumen de las capacidades, la línea 1 de producción se mantuvo en estado operativo 366 h, perdiéndose en el mes 378 h, de las cuales 1 h estuvo relacionada con problemas técnicos, 13 h por calentamiento y puesta en marcha y el resto por falta de materia prima. A su vez, la línea 2 de producción se mantuvo 170 h en estado operativo de un total de 744 h; las horas perdidas en la línea 2 fueron 574 h, de las cuales ocho fueron por roturas o paradas técnicas. En la línea 3 las horas perdidas fueron provocadas por falta de materia prima.

Para el mes de diciembre se planificaron 24 acciones de mantenimiento, de las cuales se cumplieron 22 para un 92 % de cumplimiento. Se dejaron de cumplir las tareas de soldadura de las bases de las marcadoras y la reparación y puesta en marcha de las coextrusoras por no contar con los repuestos necesarios.

Tabla 4. Estado actual del equipamiento

Equipo	Defecto
Línea 1	
Atemperador de aceite	Mangueras de alta presión dañadas
Coextrusoras	Variador de frecuencias dañado
Marcadora	Rodillo de soporte partido
Línea 2	
Extrusora	Computadora
Atemperador de aceite	Mangueras dañadas
Coextrusoras	Variador de frecuencias dañado
Ovaladores	Mal estado
Laboratorio	
Fresadora	Problemas de ajuste
Conexiones	
PL315	Base de la refrendadora partida
PL 400	Sensor de presencia dañado
Equipos auxiliares	
Deshumidificador 1	Conducto de aire dañado
Banco de capacitores	Capacitores dañados
Compresor 4	Problemas en intercambiador de calor

Certificación del producto terminado

Holplast tiene avalado su Sistema de Gestión de la Calidad por el Registro Cubano de Buques, desde el año 2008, y en el período enero-abril de 2011 la empresa fue objeto de la Auditoria de Evaluación de Conformidad por la Oficina Nacional de Normalización (ONN) y obtuvo, desde el mes de mayo de ese mismo año, la certificación del Sistema de Gestión de la Calidad por la NC ISO 9001:2008 para el alcance producción de tuberías lisas de polietileno para la conducción de agua potable. Inscrito en el registro de entidades certificadas con el número de registro 092-2011.

Aspectos ecológicos relacionados con la empresa

Tratamiento de residuales

En nuestra empresa no se emanan agentes contaminantes a la atmosfera, ni polvos, ni líquidos.

Reciclaje de las producciones

Los cambios de cabezal de las extrusoras y la falta de materia prima provocan que se pare la producción y que existan desechos, los cuales se recolectan y se venden a la

Empresa de Recuperación de Materias Primas. El transporte se realiza con vehículos propios de la entidad a través de una ruta establecida: Carretera Vía Bayamo hasta Pedernales. El chofer contará con una copia del plan de contingencias durante la transportación y estará capacitado para enfrentar cualquier eventualidad que se pueda producir durante el recorrido. Debe contar con los medios de seguridad necesarios como extintores, cadena de contención, depósitos para recolección del electrolito en caso de derrame, medios de comunicación.

Emanación de agentes contaminantes

Detalles de los procedimientos internos para recoger, transportar, embalar, etiquetar y almacenar los desechos.

Segregación y aprovechamiento

Se llevará a la práctica el principio de segregación (selección y separación) de los residuos en la propia fuente de generación. Teniendo en cuenta este principio, se ejecutará la separación física de los desechos que constituyen material reciclable de los que no lo son, lo cual facilita el reaprovechamiento de aquellos materiales que pueden ser reciclados, a la vez que se logra una disminución de la producción per cápita de residuos y de la carga de los mismos a verter al medio.

El coordinador del Comité de Gestión Ambiental de la entidad analizará con los integrantes, jefes de procesos y con el área económica, las posibilidades de minimizar, reutilizar y comercializar cada uno de los residuos que se generan y que fueron identificados en el diagnóstico ambiental inicial en las diferentes áreas.

Los resultados de este análisis se reflejarán en un registro el cual se actualizará anualmente, o cuando ocurran: cambios tecnológicos, cambios de materias primas que modifiquen las características de los desechos o cambios drásticos en el volumen de desechos generados.

El área de economía llevará un control de los ingresos que se produzcan por concepto de comercialización de los residuos, a través de un registro diseñado para ello, y entregará semestralmente copia del mismo al Coordinador de la Gestión Ambiental de la entidad.

Los desechos son transportados de forma individual, en horas de menor tránsito y nunca bajo lluvia.

Aspectos económicos

Estas piezas que se fabrican son manufacturadas por lo que su costo en el mercado internacional es muy alto. Un codo de 90° de diámetro 400 *mm* PN-10 tiene un precio en el mercado internacional de € 371,84 y fabricarlo en nuestro taller cuesta: 248,84 moneda total, de la cual 219,14 es el costo en CUC. Otro ejemplo, las TEE de 90° diámetro 400 PN-10 cuestan € 386,53 en el mercado internacional, el costo total de producción en nuestro taller es de: \$ 193,68 y de ellos \$ 170,56 son en CUC. Estos precios en el mercado internacional son a pie de fábrica por lo que no incluyen el costo de traerlos a Cuba.

El componente más caro del costo de producción de accesorios constituye igualmente la materia prima con la que se fabricó el tubo.

Conclusiones

La empresa Holplast está equipada con tecnología de punta y cuenta con personal calificado y competente que le permite asegurar la calidad de sus producciones; tiene una situación económica favorable y amplio mercado dentro del país.

En el trabajo se presentó la tecnología para el procesamiento y obtención de tubos de polietileno donde se obtienen diámetros desde 16 *mm* hasta 1 000 *mm*, que están destinadas a la producción nacional, específicamente para la Empresa de Logística, perteneciente al Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH).

En la elaboración de tubos de polietileno de alta densidad se aplicó la Norma NC ISO 9001:2008, que fue reconocida por la Oficina Nacional de Normalización por tener implantado un sistema de gestión de la calidad. El éxito del polietileno en esta crítica aplicación no ha tenido paralelo hasta nuestros días; es el material de elección para las redes de distribución de gas natural.

Se conocieron las principales medidas que se deben tener en cuenta para el reciclaje de las producciones y cómo controlar los desechos sólidos y residuales líquidos.

Referencias bibliográficas

SHERWELL, G. 2014: Estudio del uso de Polietileno Tereftalato (PET) como material de refuerzo de estructuras térreas conformadas por suelo fino. Repositorio digital de la Facultad de Ingeniería-UNAM [en línea]. Consultado: 10 ene 2012. Disponible en: <http://132.248.52.100:8080/xmlui/handle/132.248.52.100/2936>.

MUÑOZ, L. 2014: Estudio del uso del polietileno tereftalato (PET) como material de restitución en suelos de baja capacidad de carga. Repositorio digital de la Facultad de Ingeniería-UNAM [en línea]. Consultado: 10 ene 2014. Disponible en: <http://132.248.52.100:8080/xmlui/handle/132.248.52.100/2514>

NORMA: UNE-EN 12201-2. 2003: Sistemas de canalización en materiales plásticos para la conducción de agua. Polietileno (PE). Parte: 2 Tubos [en línea]. Consultado: 10 ene 2014. Disponible en: www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?codigo=N0029442&tipo=N