

1 INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la industria del plástico ha adquirido una mayor importancia debido al aumento del consumo y la oferta de productos elaborados con este material. La globalización ha llevado a la industria del plástico a fijar objetivos claros en cuanto al mejoramiento continuo del proceso de transformación de las resinas plásticas, para optimizar el rendimiento de las materias primas, calidad del proceso y uso eficiente de la energía.

Los programas de mantenimiento para los equipos críticos en los procesos productivos de las empresas transformadoras, tienen como objetivo principal prevenir o corregir problemas operativos en las diferentes etapas de los procesos de producción. Su planificación debe ir de la mano con la importancia de los equipos y su rol en el proceso productivo, a través de una valoración preliminar, al inicio del plan de producción.

La finalidad de este boletín técnico es mostrar a los lectores los mantenimientos más recurrentes en los equipos transformadores de resinas plásticas, y las causas más comunes que generan la aplicación de dichos mantenimientos, garantizando así la confiabilidad de los equipos y por ende la reducción de errores operativos, con el consecuente aumento de la calidad de los productos, en el menor tiempo posible.

2 UN POCO DE HISTORIA

En las teorías de mantenimiento industrial, se habla de cinco generaciones, desde 1930 hasta nuestros días. Cada generación representa una evolución de la anterior, aunque las últimas coexisten en el tiempo.

2.1 Primera generación

El mantenimiento en esta primera etapa se limitaba a reparar lo que se averiaba, a engrasar, apretar, limpiar y lubricar los componentes de las máquinas que se empleaban. El propio operario de la máquina era el que se hacía cargo de su reparación.

Este tipo de mantenimiento era es **fundamentalmente correctivo**. Esta etapa se sitúa entre 1930 y 1950, épocas en las que se empleaban máquinas robustas, lentas y relativamente sencillas.

2.2 Segunda generación

Se inicia a partir de la Segunda Guerra Mundial. Esta evolución surge por la exigencia de una mayor continuidad en la producción y por una mayor complejidad en máquinas y equipo. Aparece entonces el **mantenimiento preventivo sistemático**. Los equipos debían durar lo máximo posible en condiciones óptimas de funcionamiento al menor costo. Esta segunda generación también contiene las reparaciones, tanto instantáneas como programadas. Se implantan sistemas de planificación de actividades y control de los trabajos realizados, y a partir de los 70 se generaliza el uso de herramientas informáticas para este fin.

2.3 Tercera generación

Se inicia a partir de los años 80. Sus objetivos se centran en ocho aspectos: (a) disponibilidad de los equipos y sistemas, (b) fiabilidad de los mismos, (c) optimización de los costos, (d) aumento de la seguridad, (e) incremento de la calidad (aparecen las certificaciones ISO 9001 e ISO 9002), (f) aumento de la conciencia de preservar el medio ambiente (teniendo en cuenta la ISO 14001), (g) aumento de la duración de los equipos y (h) vigilancia de la normativa vigente. Las actividades de mantenimiento preventivo ya no son rutinarias, sino ajustadas a la normativa o a su utilidad. Aparecen los mantenimientos predictivos, el RCM (mantenimiento centrado en la confiabilidad) y el TPM o Mantenimiento Productivo Total. Los sistemas de gestión se extienden masivamente a equipos, sistemas e instalaciones. Aparece la contratación de servicios externos de mantenimiento, como un mecanismo de optimización de los costos y una estrategia de asignación del mantenimiento a empresas especialistas.

2.4 Cuarta generación

Integra todos los conceptos anteriores y la gestión del mantenimiento se orienta hacia la satisfacción del cliente. El objetivo es la competitividad, y busca el desarrollo de métodos de trabajos eficaces y eficientes.

2.5 Quinta generación

A finales del siglo XX y principios del XXI, cobra importancia el carácter agotable de los recursos energéticos; de allí que la eficiencia energética tenga un papel protagónico en el mantenimiento. En otras palabras, la gestión de mantenimiento está centrada en el estudio y gestión de la vida de un activo o recurso desde el mismo comienzo (con su adquisición) hasta su propio final (incluyendo formas de disponer del mismo, desmantelar, etc.).

3 MANTENIMIENTO: ¿CUÁL ES SU OBJETIVO?

Todas las acciones de mantenimiento destinadas a mantener y preservar el buen funcionamiento de la maquinaria, son consideradas un factor relevante en el funcionamiento de los procesos de transformación y/o producción, y tienen como fin aumentar la vida útil de los equipos, a la par de disminuir los costos (gastos) por averías inesperadas.

Además, cumple otros objetivos, más allá del evitar, reducir y - llegado el caso - reparar las fallas sobre los bienes de la organización. Entre ellos, vale mencionar los siguientes:

- Evitar detenciones inútiles o paros de máquinas;
- Evitar accidentes e incidentes, debidos al empleo de equipos en mal estado;
- Evitar daños ambientales;
- Aumentar la seguridad para las personas;
- Conservar los bienes producidos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.
- Balancear el costo del mantenimiento con el correspondiente a la ganancia productiva cesante.
- Lograr un uso eficiente y racional de la energía.

4 TIPOS DE MANTENIMIENTOS

Existen diversas clasificaciones de la gestión de mantenimiento.

- **Mantenimiento Preventivo:** se refiere a una intervención de la maquinaria antes de que la misma exhiba problemas. Por ejemplo, la revisión y limpieza periódica de los equipos, de acuerdo a planes de mantenimiento. El criterio a seguir es corregir primero lo que puede producir paros permanentes en la máquina; posteriormente, lo que pueda producir piezas defectuosas; después, lo que acarree mayor desperdicio de materiales, energía u otros; finalmente, todas aquellas actividades requeridas para preservar la apariencia y presentación de la maquinaria.
- **Mantenimiento Correctivo:** es aquel que se realiza una vez que ocurre la avería (o falla) en la maquinaria o equipos. En otras palabras, se hace necesaria una reparación para restablecer el proceso productivo. En estos casos se tiene que seguir los siguientes pasos: 1- Evaluar el daño causado por la falla. 2- Analizar la o las causas de la falla. 3- Corregir las causas de la falla. 4- Reparar, ajustar o cambiar piezas defectuosas. 5- Hacer pruebas y ajustes finales necesarios.
- **Mantenimiento Predictivo:** es el más complejo de todos los mantenimientos industriales. Para ello, se registran los parámetros de la maquinaria (temperatura, consumo de energía) de manera periódica, manteniendo un control informatizado del estado de los sistemas. Cuando estos parámetros cambian, el sistema predice cuándo fallará la máquina y cuándo sería el momento óptimo para realizar una reparación o sustitución de piezas antes de que se llegue a la avería.

5 MANTENIMIENTO EN EQUIPOS INDUSTRIALES PARA PLÁSTICOS

Es común en cualquier planta de transformación de plásticos, así como la de cualquier otro proceso industrial, tener que solucionar problemas durante la producción. Sin embargo, abordar estos problemas de forma ineficiente, rápida y no documentada lleva a la incertidumbre y al aumento de los tiempos de paro, lo que a su vez disminuye la calidad del producto y su rentabilidad.

De allí la importancia de un plan de mantenimiento para cada equipo. Para su diseño, es fundamental contar con la data histórica de fallas, en las que se identifique su tipo y frecuencia. Para los equipos que regularmente se emplean en la industria del plástico, mucha de la bibliografía refiere fallas que se asocian mayormente a problemas mecánicos, fallas de energía, problemas con moldes, aseo de la máquina, cuadro de la máquina y/o problemas con el aire.

Siendo esta una clasificación muy amplia, es conveniente agruparlas en tres grandes categorías:

- **Averías mecánicas.** Son aquellos paros relacionados con algún daño en la parte mecánica, como cambios de correas, desnivel de la máquina, cambio de rodamiento.
- **Averías eléctricas.** Los componentes de las máquinas que provocan este tipo de averías, están relacionado con el sistema eléctrico, que demandan cambio de resistencias eléctricas o resultan en la detención del motor.
- **Problemas por falta de lubricación.** Son los paros relacionados con las partes móviles de las máquinas que necesitan de la lubricación para evitar el desgaste por fricción, como sucede con cadenas o el sistema de cierre móvil.

Ésto es lo que se conoce como un sistema L.E.M., el cual no es más que un programa de mantenimiento preventivo en donde las actividades de mantenimiento están

agrupadas en tres especialidades con un trabajo específico:

- **L:** Actividades de Lubricación.
- **E:** Actividades Eléctricas y Electrónicas.
- **M:** Actividades Mecánicas.

La mayoría de los mecanismos que componen los equipos de transformación de plásticos necesitan lubricación, de manera que éstas son las actividades más numerosas que maneja la gestión de mantenimiento de equipos industriales.

Con respecto a las actividades eléctricas, por lo general, no son frecuentes. La razón obedece al hecho de que el mayor desgaste que ocurre en los equipos es debido a fricción, lo que no afecta en absoluto al sistema eléctrico. Las fallas asociadas a instrumentos de control y medición electrónicos, por lo general, demandan acciones correctivas, y son debidas principalmente a alteraciones de voltaje, vibraciones en equipos electrónicos, conexiones indebidas o incluso a variaciones en temperatura y humedad que favorecen la acumulación de cargas estáticas que, al descargarse, trastornan el funcionamiento y alteran la información de dichos instrumentos.

Finalmente, las actividades de tipo mecánico se presentan debido a la falla de diversos elementos por causa de la fricción - a pesar de la lubricación -, aunque también se incluyen las de tipo neumático e hidráulico.

A continuación, se listan diversas acciones específicas - más allá del mantenimiento preventivo general en equipos industriales, según lo descrito - que deben seguirse para evitar fallas en el proceso de extrusión (y los procesos post extrusión, a saber: soplado de película, inyección de piezas, soplado de envases y extrusión de perfiles).

6 MANTENIMIENTO DEL EXTRUSOR

Esta técnica se basa en fundir, plastificar y homogenizar una resina polimérica a través de una extrusora y luego hacerla pasar por el cabezal adecuado para obtener el producto

de uso final respectivo, de acuerdo con la geometría del cabezal.

6.1 Limpieza de la extrusora:

Este proceso contempla las siguientes actividades:

- Se enciende la máquina con resina, evitando la alimentación hasta que el canal helicoidal del tornillo debajo de la tolva quede vacío.
- Se desconectan las mangueras.
- Se retira el cabezal y el filtro en conjunto, aflojando los pernos que fijan la brida del cabezal al soporte de la porta mallas.
- Se retira el tornillo del barril por medio de un extractor especial y se coloca sobre un caballete de madera.
- Se debe emplear una lámina de cobre o latón para retirar la mayor parte de la resina adherida al tornillo.
- La limpieza se completa con una esponja de cobre o latón, pulverizando con silicona para ayudar a retirar las partes más adheridas de resina. Luego, se debe proteger el tornillo con una capa fina de silicona.

6.2 Limpieza del barril:

Se utiliza una varilla larga con un cepillo o esponja de lana de acero atada en su extremo, para retirar la resina restante adherida a las paredes inferiores de la camisa; con una herramienta similar se lubrica el interior del barril con grasa de silicona.

6.3 Revisión de los controladores de presión y temperatura:

Se realiza la verificación del sistema automatizado de control, mediante la inspección de la presión y temperatura de operación del sistema, descartando un aumento súbito de las variables de control del proceso, que deriven a accidentes y daños del equipo.

6.4 Mantenimiento de las mallas o filtros:

El juego de mallas o filtros debe ser cambiado periódicamente; la obstrucción aumenta con la operación continua de la extrusora, y

puede llegar a interrumpir el paso del material. Normalmente, las mallas o filtros se dañan al retirar la resina acumulada con el empleo de un cuchillo o espátula; por esta razón, no es recomendable limpiarlas.

6.5 Limpieza de las cavidades porta mallas:

Para ello, debe retirarse el juego de mallas o filtro (Figura 1); la resina que no está alojada en los orificios de la porta malla se retira con una lámina de latón. La resina oxidada que obstruye las cavidades de la porta malla, debe ser quemada con un quemador.

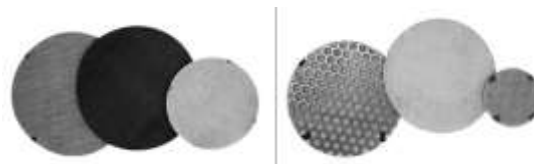


Figura 1. Mallas y filtros de extrusoras.

6.6 Limpieza del cabezal:

La boquilla y el cabezal están constituidos por piezas de alta precisión; no pueden ser golpeadas, rayadas o dañadas y se deberá tomar especial cuidado en su limpieza.

La limpieza de los componentes del cabezal debe iniciar con el retiro de la resina adherida a la pieza, usando guantes aislantes. La resina restante debe retirarse usando una lámina de cobre o latón, con la ayuda de grasa de silicona. Para terminar la limpieza, debe emplearse esponja o cepillo de cobre o latón. Finalmente, debe usarse grasa de silicona para lubricar las partes.

7 MANTENIMIENTO EN EL SOPLADO DE PELÍCULAS

Aplican, para éste y otros procesos post extrusión, las consideraciones de mantenimiento generales del extrusor.

7.1 Limpieza del anillo de aire:

El intervalo entre limpiezas del anillo de aire depende de la contaminación del ambiente donde está instalada la extrusora, porque

puede existir polvo, partículas suspendidas en el aire, etc.

Una de las formas de identificar la suciedad del anillo, es cuando películas de espesores variados exceden los valores especificados. Siempre se debe esperar a que el anillo se enfríe para poder desmontarlo; los componentes sucios deberán limpiarse con un cepillo o con aire comprimido.

8 MANTENIMIENTO EN EL PROCESO DE INYECCIÓN

8.1 Reemplazo de las válvulas de no retorno:

Este tipo de válvulas sufre un gran desgaste por lo que deben ser reemplazadas con frecuencia, ya que generan pérdidas de presión en la cámara de plastificación (Figura 2).

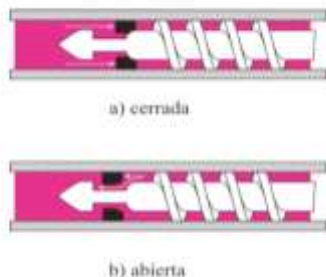


Figura 2. Válvula de no retorno.

8.2 Punto de inyección:

Para evitar el taponamiento de las cavidades de salida al molde del material fundido, se deben realizar limpiezas continuas a la culminación de cada proceso, limpiando el husillo (tornillo) con un cepillo metálico que retire todo el material restante que queda del proceso. Esta actividad se debe realizar con calor para agilizar el fundido del material.

8.3 Limpieza del molde y de la máquina:

Se debe limpiar cuidadosamente las superficies de cierre, tapas, orificios de ventilación y planos de separación del molde, utilizando los limpiadores y útiles adecuados, por ejemplo, un sistema de limpieza industrial del tipo "dry-ice" (proyección de un chorro de partículas de hielo seco) puede resultar muy ventajoso para acelerar el proceso y la

profundidad de la limpieza, al tiempo que se evite el uso de disolventes agresivos. Si el usuario no dispone de este tipo de sistema de limpieza, se recomienda la utilización de gamuzas de limpieza suave, no abrasivas, a fin de reducir las posibilidades de dañar o redondear los cantos afilados. Los disolventes para limpieza deberán usarse con moderación a fin de prevenir la eliminación de lubricante presente en las áreas de difícil acceso.

8.4 Mantener el control de la base del molde:

En la base del molde se encuentra un dispositivo para la refrigeración o tapón que permite comprobar la ausencia de sedimentos o restos de corrosión en los canales de refrigeración del molde. En tal caso, se recomienda limpiar todos los conductos de refrigeración del molde y realizar una evaluación de la calidad del agua. No solo se tiene que comprobar el pH del agua de los sistemas de refrigeración, sino también la contaminación microbiológica que podría corroer el hierro de microestructura del molde. Asimismo, se deben conectar los intercambiadores de calor, las cavidades del vástago y retirar los tubos que presenten sedimentos.

9 MANTENIMIENTO EN EL PROCESO DE ROTOMOLDEO:

En función del óptimo funcionamiento de la maquinaria de rotomoldeo ajustados en los problemas más comunes, es recomendable atender las siguientes actividades para mejorar las desviaciones:

9.1 Realizar limpieza de las boquillas en los quemadores de flama:

Se realiza de manera rutinaria, para evitar su obstrucción y asimismo el desgaste, lo que contribuirá a una mejor distribución de la flama.

9.2 Verificar el estado de las cadenas de transmisión:

Debe inspeccionarse frecuentemente; la naturaleza de la operación en estos equipos ocasiona un pronunciado desgaste en estos

elementos, por lo que deben ser reemplazados con frecuencia.

9.3 Realizar limpieza externa al equipo y los moldes:

Se recomienda la limpieza continua de los moldes, principalmente en la parte externa, para eliminar la acumulación de "coque" generado por el contacto directo de la flama para evitar su deformación y oxidación.

10 MANTENIMIENTO EN EL PROCESO DE SOPLADO DE PIEZAS:

10.1 Limpieza de los canales de refrigeración:

Esta tarea debe ser realizada periódicamente; por cuanto su obstrucción - con la consecuente falla de refrigeración - puede afectar la estabilidad dimensional de las piezas.

10.2 Cierre del molde

Se debe verificar que las caras del molde cierren correctamente, con una adecuada alineación, lo que debe ser periódicamente revisado.

11 EN RESUMEN

De acuerdo con las causas que demandan el mantenimiento de los equipos que se emplean para la transformación de resinas plásticas, el sistema L.E.M (lubricación, eléctrica o electrónica y mecánica) es una excelente estrategia para organizar estas actividades, facilitando su implementación y maximizando la efectividad del plan.

Para la definición y frecuencia del plan de mantenimiento dirigido a extrusoras, sopladoras, equipos de inyección y de rotomoldeo, son fundamentales las recomendaciones del personal que los opera, de los ingenieros de planta y del personal de mantenimiento de las empresas, si se toma en cuenta el aporte que significa un conocimiento detallado del funcionamiento y operación de las máquinas.

12 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cubides, Fredy. Plan de mantenimiento integral para la extrusora de plástico en las pequeñas y medianas empresa de Bogotá. M.S. Ingeniería. Tesis Universidad Distrital "Francisco José de Caldas", 2018.
- Valdivieso, Juan. Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Extruplas, S.A. Ingeniería Mecánica. Tesis de la Universidad Politécnica Salesiana, 2010.
- Calderón, Rodolfo. Propuesta de un programa de mantenimiento general para moldes en el departamento de inyección en la empresa Indusplastic, S.A. Tesis de la Universidad de San Carlos de Guatemala, 2006.
- Barona, Yilmer. Diseño e implementación del programa de mantenimiento preventivo para las máquinas sopladora e inyectora-sopladora de la empresa Otorgo Ltda. Tesis de la Universidad Autónoma de Occidente, Santiago de Cali, Colombia, 2011.
- Duque, Rodrigo & Bravo, Jaime. Ajuste, mantenimiento y elaboración de un manual de operación de un sistema automático de inyección de plástico del taller de máquinas herramientas de la Universidad Tecnológica de Pereira. Tesis de la Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia.
- Martínez, Pedro, Mejía Edwin & Santamaría, Mauricio. Diseño de un sistema de mantenimiento para la mediana empresa de la industria del plástico en El Salvador. Universidad del El Salvador, San Salvador, Junio 2008.
- Interempresas net Plástico. Internet: <http://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/5878-Guia-para-solucionar-los-problemas-mas-comunes-en-moldeo-por-inyeccion.html>, 2000.
- Morales, Iliana, Curso de Rotomoldeo (notas de clases). Indesca (2003).
- Morales, Iliana. Soplado de películas-Problemas y soluciones. Boletín técnico. Indesca, 2016.

BOLETÍN: LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO EN LA INDUSTRIA PLÁSTICA



- Morales, Iliana. Inyección- Problemas y soluciones. Boletín técnico. Indesca, 2016.
- Morales, Iliana. Rotomoldeo- Problemas y soluciones. Boletín técnico. Indesca, 2016.
- Morales, Iliana. Guía de soluciones para procesamiento en sopladados de envases. Boletín técnico. Indesca, 2016.
- Ocque, Carlos. Elaboración de un Plan de Mantenimiento para las máquinas de rotomoldeo de una empresa del sector industrial. Ingeniería Industrial. Tesis de la Universidad Católica Andrés Bello, 2004.
- López, J. Blog, Gestión de mantenimiento eficiente. Recuperado de: <http://gestionmantenimientoeeficiente.blogspot.com/2013/02/las-cinco-generaciones-del-mantenimiento.html> [citado el 24 de *septiembre* de 2019].
- García, Santiago. Xing. Recuperado de: <https://www.xing.com/communities/posts/las-cinco-generaciones-de-mantenimiento-1004976130> [citado el 24 de *septiembre* de 2019].