

Optimización de Parámetros de Reglaje Para Mejorar la Eficiencia de Máquinas Inyectoras de Termoplásticos

D. Mite, H. Mera, L. Vargas

Programa de Tecnología en Mecánica (PROTMEC)

Escuela Superior Politécnica del Litoral (Espol)

Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral

Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador

dialmite@espol.edu.ec ; hmera@espol.edu.ec ; lvargas@espol.edu.ec

Resumen

Este informe detalla las mejoras en una empresa procesadora de plástico ubicada en la ciudad de Guayaquil, enfocada especialmente en el campo de la inyección de termoplástico donde se observa que las máquinas inyectoras de termoplástico modernas permiten su calibración desde un panel de control; pero en cuanto a su manejo los operarios no tienen inicialmente ningún conocimiento de cómo realizarlo, esto origina que aprenda empíricamente sobre su operación y funcionamiento, lo cual conlleva a largos tiempos de arranque de máquinas.

Durante el desarrollo del proyecto de optimización de parámetros de reglaje para mejorar la eficiencia de máquinas inyectoras se logró reducir el tiempo de arranque de máquina, ciclo y el volumen de scrap producido por regulación de máquina aplicando un método matemático fácil y sencillo

Para poder aplicar este método se realizó un análisis de los datos tomados (materia prima y parámetros de regulación) de los 8 moldes seleccionados, registrados en las fichas técnicas, para luego calcular los parámetros de inyección y realizar las pruebas respectivas trabajando en paralelo con el operador en cada arranque de máquina.

Finalmente se realizó un análisis de los resultados obtenidos, para ver las ventajas que se obtiene por ajustes aleatorios vs ajustes óptimos.

Palabras claves: Optimización de parámetros de reglaje, máquinas inyectoras, método matemático

Abstract

This report details the improvements in a company processor of plastic located in the city of Guayaquil, focused especially in the field of the thermoplastic injection where it is observed that you scheme them modern thermoplastic injectors they allow its calibration from a control panel; but as for its handling the operatives don't have any knowledge initially of how to carry out it, this originates that he/she learns empirically on its operation and operation, that which bears at long time of outburst of machines.

During the development of the project of optimization of setting parameters to improve the efficiency of machines injectors you achievement to reduce the time of machine outburst, cycle and the volume of produced scrap for machine regulation applying an easy and simple mathematical method

To be able to apply this method he/she was carried out an analysis of the taken data (raw material and regulation parameters) of the 8 selected molds, registered in the technical records, it stops then to calculate the injection parameters and to carry out the respective tests working in parallel with the operator in each machine outburst.

Finally he/she was carried out an analysis of the obtained results, to see the advantages that it is obtained by adjustments aleatory vs good adjustments.

Keywords: Optimization of reglaje parameters, injection machines, mathematical method

1. Introducción

En las empresas ecuatorianas dedicadas a la fabricación de artículos plásticos se observa un problema fundamental en los largos tiempos de arranque o regulación de máquina inyectoras de termoplástico para un proceso productivo en general, debido a que la regulación de los parámetros de máquinas se lo maneja de una forma empírica, realizándose ajustes aleatorios por parte del operador de máquina.

Si se mantiene esta situación se obtendrán altos volúmenes de scrap y riesgos en la calidad de un producto o artículo manufacturado, lo cual se verá reflejado en los indicadores de producción de la empresa.

Ante esta situación se plantea el presente proyecto de optimizar el proceso de inyección con respecto a los parámetros de regulación, mediante la aplicación de un método que permitan al trabajador operar de forma correcta y tener además una fuente de apoyo que le ayude a tener un mejor desempeño en su trabajo.

2. Objetivo general

Obtener un óptimo arranque de máquinas inyectoras, una mejor calidad del producto, reducir el volumen de scrap producido por regulación de máquina y aprovechar mejor el recurso humano para que, con todas estas mejoras la empresa tenga más posibilidades de competir en el mercado cumpliendo así con los altos estándares de calidad y requerimientos internacionales.

3. Justificación

Mediante la aplicación de este método matemático se busca reducir los largos tiempos de arranque de máquinas y scrap generado durante la regulación, ya que con este método se logrará que todo el personal de planta programe una máquina inyectora de termoplástico de manera idéntica. Así, de esta manera, se obtendrán valiosos beneficios para la empresa como el hecho de aprovechar mejor el recurso humano, prolongar la vida útil de nuestros equipos (máquinas inyectoras y moldes) y sobre todo generar mejores ganancias.

4. Desarrollo

La optimización de parámetros de reglaje para mejorar la eficiencia de máquinas inyectoras de termoplásticos se dio en 6 pasos que se detalla a continuación.

4.1. Análisis de la situación actual

El primer paso es realizar un análisis de la situación actual de la empresa para esto se procedió a hacer una toma de tiempo al pie de las máquinas de cada uno de los 8 moldes seleccionados.

1. Gaveta
2. Cajoneta
3. Ecopiso
4. Techo de Armario
5. Cesto
6. Tablero de mesa
7. Canasta
8. Pallet

Para registrar las máquinas donde se trabajó, la hora de inicio y final de la actividad que realizó el regulador, las unidades malas que se generaron, el peso y los defectos que se presentaron en el proceso hasta obtener el artículo inyectado y en óptimas condiciones.

Como resultado de este análisis se pudo observar problema en los **largos tiempos de arranque o regulación de máquina inyectoras de termoplástico para un proceso productivo en general**, debido a que las máquinas inyectoras de termoplásticos modernas permiten regular la máquina desde una pantalla o panel de control para, pero en cuanto a su manejo o calibración no existe en el Ecuador un instituto que esté capacitando para su manejo.

Debido a esta situación los operarios aprenden de forma empírica sobre la operación y funcionamiento de la máquina inyectora; al pasar los años crean su propia forma de maniobrar el equipo utilizando ciertos artificios para obtener el producto final.

De continuar esta situación la industria se vería afectada y esto se reflejará en los indicadores de producción de la empresa.

4.2. Elaboración de ficha técnica y levantamiento de información

El siguiente paso para el desarrollo de este proyecto se elaboró una ficha técnica de regulación de máquinas inyectoras para proceder a registrar los datos de los parámetros de regulaciones de máquinas inyectoras de termoplástico sobre los 8 moldes seleccionados las cuales nos servirán para comparaciones futuras.

En esta ficha técnica se detallan lo siguiente:

- Tonelaje de cierre
- Capacidad de máquina
- Datos del molde
- Peso del artículo
- Tiempo ciclo

- Parámetros de regulación.

En los parámetros de regulación se detalla cada variable necesaria para la calibración del grupo inyector y grupo de prensa de una máquina inyectora de termoplástico como:

- Ajuste de Prensa
- Ajuste de Carga (los perfiles de posición, presión, velocidades, contrapresión y descompresión)
- Ajuste de Temperaturas del Barril
- Ajuste de Inyección (los perfiles de la primera y segunda presión de inyección)

4.3. Análisis y revisión de los datos obtenidos

En esta fase se realizará el análisis respectivo de los 8 moldes seleccionados en los cuales se determinará lo siguiente:

- Análisis de materia prima vs Funcionalidad del artículo
- Fuerza de cierre vs Área proyectada del artículo
- Gramaje de inyección vs Peso del artículo
- Temperatura del barril vs Materia prima a inyectar
- Presión y velocidad de inyección vs Llenado del artículo
- Tiempo de enfriamiento vs Espesor del artículo

4.3.1. Análisis de materia prima vs Funcionalidad del artículo

En esta etapa se procedió a realizar un análisis de materia prima (tipo de material, melt index, densidad y propiedades) en funcionalidad y características del artículo para verificar si la materia seleccionada es el adecuado para este artículo.

4.3.2. Fuerza de cierre vs Área proyectada del artículo

Se analizará si los moldes programados para las máquinas inyectoras, están siendo seleccionados adecuadamente.

Por lo que se procederá a realizar el cálculo de tonelaje de prensa en función del área proyectada del artículo (molde).

Primero para establecer el tonelaje de prensa es necesario tomar en cuenta varios factores como:

- Espesor de pared del artículo.
- La fluidez del plástico.

- La geometría del artículo.
- La longitud del disparo.
- Detalles del diseño tales como nervaduras, postizos y otras piezas móviles a existir.

El cálculo del tonelaje de fuerza de cierre, es necesario para cerrar un molde y no producir rebaba, esto se calcula de acuerdo a la dificultad que presenta el producto para ser inyectado, en este caso si se tiene un artículo con una longitud de disparo de 100 mm tomaremos 0.31 toneladas por cada centímetro cuadrado y si la longitud de inyección es igual o mayor a 200 mm tomaremos 0.47 toneladas por pulgadas cuadrada

A continuación se procederá a realizar el cálculo de fuerza de cierre de un artículo.

Datos:

- Artículo: Gaveta
- Espesor medio de pared: 3.5 mm
- Tonelaje de cierre de máquina inyectora donde trabaja: 800 Ton
- Dimensiones: largo 60 cm ancho 40 cm

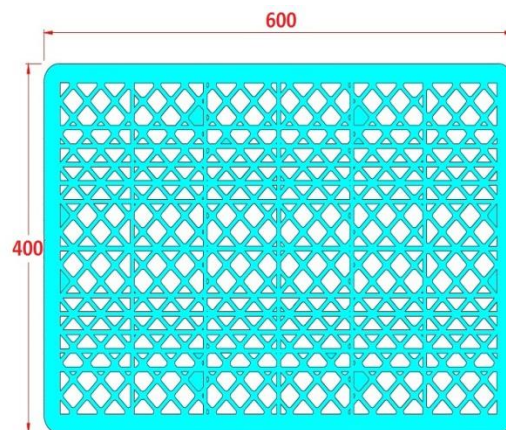


Figura 1: Área proyectada gaveta

- Longitud de disparo: 113 mm + 255 mm = 368 mm

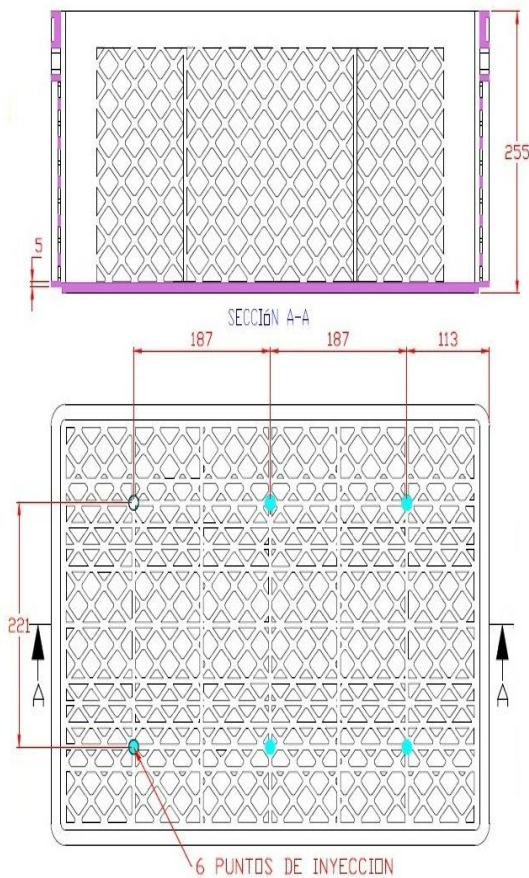


Figura 2: Plano de Gaveta

Primer paso:

Calcular el área proyectada del artículo

Desarrollo:

Área proyectada: Largo x Ancho

Área proyectada: 60 cm x 40 cm

Área proyectada: : 2400 cm²

Segundo paso:

Calcular la fuerza de cierre requerida

$$\text{Fuerza de cierre} = \text{Área proyectada} \times 0.31 \frac{\text{Ton}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{Fuerza de cierre} = 2400 \text{ cm}^2 \times 0.31 \frac{\text{Ton}}{\text{cm}^2}$$

Fuerza de cierre = 744 Ton

Con este resultado se determina que el molde está acorde a la máquina donde normalmente es

programada, ya que la fuerza de cierre de la máquina es de 800 ton por lo tanto cumple con el tonelaje de fuerza de cierre mínima requerida para cerrar el molde y no producir rebaba.

4.3.3. Gramaje de inyección vs Peso del artículo

En esta parte analizaremos si el peso del artículo está en relación a la capacidad de inyección de máquina.

Se entiende por capacidad de inyección el volumen de material que es capaz de suministrar la máquina en una inyección (cm³/inyección)

La unidad de inyección suele escogerse de forma que sea capaz de contener material suficiente para dos ciclos, en otras palabras el 50 % de la capacidad de inyección de un cilindro debería vaciarse en cada ciclo. Por otra parte la cantidad de material introducida en el molde nunca deberá ser inferior al 20% ni superior al 80 % de la capacidad del cilindro, de modo que el tiempo de permanencia del material en la cámara de plastificación no sea excesivamente largo para evitar que el material se degrade, ni excesivamente corto para evitar que no se encuentre plastificado.

Para comprobar que estamos seleccionando correctamente la máquina con respecto al peso del artículo vamos a calcular el valor de relación entre el recorrido vs diámetro del tornillo, este debe de estar por encima de 1.5 diámetro del husillo para que podamos tener la máxima precisión que nos da el equipo y no superior a 4 veces debido a que no tendrá la capacidad de plastificar este volumen de plástico por hora.

Datos:

- Artículo: Gaveta
- Peso del artículo: 2048 gramos
- Peso específico del PEAD: 0.952 gramos / cm³
- Compensación de densidad por temperatura(PEAD) : 84 %
- Capacidad de inyección de máquina de 800 Ton: 4480 gramos
- Diámetro del husillo: 120 mm

Desarrollo

Primer paso

Encontrar el recorrido o tamaño del disparo.

$$\text{Recorrido} = \frac{\text{peso del disparo}}{(0.84 \times \text{peso específico})(\pi \times r^2)}$$

$$\text{Recorrido} = \frac{2048 \text{ gramos}}{(0.84 \times 0.952 \text{ gr/cm}^3)(\pi \times r^2)}$$

$$\text{Recorrido} = 22.6 \text{ cm}$$

$$\text{Recorrido} = 226 \text{ mm}$$

Segundo paso

Calcular la relación que existe entre el diámetro del husillo y el recorrido que este hará para llenar el molde.

$$\text{Relacion diametro / recorrido} = \frac{\text{recorrido}}{\phi \text{ husillo}}$$

$$\text{Relacion diametro / recorrido} = \frac{226 \text{ mm}}{120 \text{ mm}}$$

$$\text{Relacion diametro / recorrido} = 1.88 \phi \text{ husillo}$$

Con esto se determinamos que el peso del artículo esta en relación a la capacidad de inyección por que la relación de diámetro del tornillo vs recorrido es de 1.88 ϕ husillo, estos nos indica que la unidad de inyección es la recomendada para el molde, debido a que nos permiten tener una buena relación de precisión de la inyección.

4.3.4. Temperatura del barril vs Materia prima a inyectar

En esta parte se analiza uno de los temas más importantes, que es la temperatura que calienta al material, antes de introducirlo en el interior del molde.

Esta temperatura está dada en función del tipo de material a trabajar y no debe ser superior a la temperatura a la que comienza a descomponer (degradarse), pero debe de ser lo suficiente elevada para permitir que el material fluya correctamente. **Por lo que debe de ser constante y uniforme ya que controla la densidad y contracción.**

Hay dos formas de transmitirle calor a la resina o materia prima, una es provocada **por la fricción**; que produce el movimiento de giro del husillo dentro del barril o cilindro generando un roce entre los pellets y la segunda manera de calentar el plástico es **por conducción** mediante las bandas calefactoras esto implica que los pellets debe tener un pleno contacto con las paredes del barril o cilindro.

Por eso es tan importante que tomemos en cuenta lo que llamaremos “**El tiempo de residencia**” este lapso de tiempo es aquel que se considera desde que la resina toca el husillo, hasta el momento en que sale por la boquilla del cañón.

Para calcular el tiempo de residencia seguiremos los siguientes pasos.

Datos:

- Artículo: Gaveta
- Peso del artículo: 2048 gramos.
- Capacidad de inyección de la máquina HT 800 B: 4800 gramos
- Tiempo ciclo: 80 segundos

Primer paso

Se debe calcular en cuantas inyectadas se vacía el barril o cilindro de inyección.

$$\text{Descarga del barril} = \frac{\text{capacidad de inyección}}{\text{peso del artículo}}$$

$$\text{Descarga del barril} = \frac{4800 \text{ gramos}}{2048 \text{ gramos}}$$

$$\text{Descarga del barril} = 2.3 \text{ inyectadas}$$

Segundo paso

Una vez obtenido el número de inyectada con que se vacía el barril o cilindro, se multiplica por el ciclo final del artículo inyectado.

$$\text{Tiempo de residencia} = \# \text{ de inyectadas} \times t \text{ ciclo}$$

$$\text{Tiempo de residencia} = 2.3 \text{ inyectadas} \times 80 \text{ seg}$$

$$\text{Tiempo de residencia} = 184 \text{ seg} \times \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}}$$

$$\text{Tiempo de residencia} = 3.1 \text{ min}$$

Si se obtiene como resultado un tiempo de residencia entre los **3 y 5 minutos es un tiempo muy aceptable** ya que podemos estar seguro de que no se va a degradar el material por dos motivos: primero porque aunque estemos en la máxima temperatura propuesta por el fabricante de la resina, estamos considerando que esta debe aguantar al menos unos 10 minutos antes de comenzar su degradación, pero estos minutos empiezan a contarse a partir de que la resina ya alcanzo la temperatura de fusión. Esto significa que del tiempo de residencia, apenas estamos hablando de un tercio de este tiempo total como tiempo probable para la degradación.

4.3.5. Presión y velocidad de inyección vs llenado del artículo

En esta etapa se analizó las velocidades y presiones de inyección de los 8 moldes seleccionados que son parámetros a controlar en el proceso de inyección.

La velocidad de inyección tiene una marcada influencia sobre la calidad superficial de la pieza por lo tanto, se debe tener mucho cuidado al escoger la velocidad de inyección para un molde dado

Cuando se moldean piezas de secciones delgadas se requiere generalmente velocidades de inyección altas con objeto de llenar la pieza antes de que se solidifique.

El uso de una velocidad de inyección alta y una apropiada temperatura mejorara el aspecto y brillo superficial de la pieza, ya que la cavidad del molde se llenan completamente antes de que la resina comience su solidificación, variando la velocidad de inyección adecuadamente se puede reducir los defectos superficiales en la pieza tales como ráfagas y manchas en la zona del punto de inyección.

Las presiones de inyección

La inyección del plástico propiamente dicha o sea los segundos que toma la inyección está dividido en dos fases: primera presión y segunda presión.

La primera presión de inyección, es la presión requerida para vencer las resistencias que el material fundido produce a lo largo de su trayectoria, desde el cilindro de plastificación hasta el molde, esta presión corresponde a la fase de llenado volumétrico de molde, con esta presión se llena aproximadamente el 95 %, para después terminar empacando la pieza con la segunda presión.

La segunda presión de inyección muchas veces llamada presión de sostenimiento o empaque sirve para completar el llenado del artículo, además, mantiene bajo presión el material fundido mientras se solidifica y se contrae en la cavidad del molde, La función de esta segunda presión es introducir un poco más de material fundido al molde y sobre todo en los puntos gruesos o cercano al bebedero.

La segunda presión usualmente emplea el 50 % de la presión inicial, las excepciones se dan más que nada en artículos con sesiones muy gruesas. Una segunda presión alta muchas veces es la responsable de rebabas o compactaciones tal que origina que la pieza se pegue en la hembra del molde (lado fijo).

Por ello se puede concluir que para conseguir la elaboración de piezas de buena calidad, no solo se debe contar con el molde, la máquina y el material, es necesario también que el operador de la máquina

comprenda el proceso e intervenga en forma adecuada para corregir la presencia de problemas o defectos en el proceso productivo.

Bajo esta explicación de la importancia de las velocidades y presiones de inyección con respecto al llenado del artículo, se procedió hacer los análisis respectivos de cada uno de los moldes seleccionados.

4.3.6. Tiempo de enfriamiento vs espesor del artículo

En esta etapa analizaremos el tiempo de enfriamiento que es una de las variables más importantes para conseguir una pieza de buena calidad, el cual es el tiempo que la pieza requiere para enfriarse hasta solidificarse y además haya adquirido la rigidez suficiente para poder ser extraída del molde sin que se deforme.

La parte más extrema de la pieza se enfría a velocidad más rápida. El tiempo de enfriamiento debe de ser lo suficiente para que un espesor considerable de la pieza (al menos el 95% de la pieza) se encuentre frío para evitar que la pieza se deforme.

Lógicamente cuando mayor sea el espesor de la pieza que se está moldeando mayor será el tiempo de enfriamiento requerido, como por ejemplo una pieza de 1.5 mm de espesor requiere de 9 a 12 segundos para solidificar y adquirir suficiente resistencia para poder ser extraída del molde sin deformaciones.

El tiempo de refrigeración es aquel que comienza a contarse desde que todas las paredes de la cavidad tienen contacto con el plástico, o sea cuando se termina la etapa de 1ra inyección y hasta que llega el momento de abrir el molde. Obviamente sabemos que durante el tiempo de sostenimiento va a seguir entrando material al molde, pero solo para rellenar agujeros que se forman durante el enfriamiento de la pieza (rechupes y cavernas)

Entonces a partir del valor del espesor de pared del artículo podremos calcular el tiempo que durará la refrigeración.

Datos:

- Artículo: Gaveta
- Espesor del artículo. 3.5 mm

Desarrollo:

Tiempo de enfriamiento: $2 \times (\text{espesor de pared})^2$

Tiempo de enfriamiento: $2 \times (3.5 \text{ mm})^2$

Tiempo de enfriamiento: 25 segundos

El tiempo de refrigeración que se registró en las ficha técnica para el articulo gaveta es de **38 segundos**, por lo que nos aceptable de acuerdo al cálculo realizado que dio como resultado **25 segundos** quiere decir tiene un tiempo de enfriamiento bastante largo y por lo tanto antieconómico ya que afecta al ciclo final del producto. Es recomendable sacar la pieza caliente por lo menos a unos 60 o 80 grados centígrados.

También se debe revisar si el sistema de enfriamiento del molde esta en perfecta condiciones caso contrario no aplicaría el cálculo.

5. Análisis de resultados

5.1. Tiempo de arranque de máquinas inyectoras

Con la aplicación de este método se obtuvo un tiempo promedio de arranque de 25 minutos, resultados muy favorables para la empresa ya que al calcular y analizar el recorrido del material, fuerza de cierre, temperaturas, presiones posiciones y velocidades de inyección se puede tener un óptimo arranque de máquina

Artículo	Tiempo de Arranque de Máquina (min)	
	Antes	Después
Gaveta	60	24
Cajoneta	50	30
Ecopiso	60	22
Techo de Armario	70	30
Cesto	90	25
Tablero de Mesa	50	23
Canasta	60	20
Pallet	80	25
Promedio	65	25

Tabla 1: Comparación de tiempos de arranque

5.2. Tiempo Ciclo

El tiempo ciclo es uno de los parámetros más importante, desde el punto de vista económico ya que de él depende la productividad y el costo del proceso. Mediante la aplicación de este método se obtuvo resultados muy favorables en la disminución del tiempo ciclo de los artículos como podemos ver en la tabla 5-2-1 se obtuvo un porcentaje de reducción del 15.7 %.

Artículos	Tiempo ciclo (s)	
	Antes	Después
Gaveta	80	55
Cajoneta	120	100
Ecopiso	150	130
Techo de Armario	90	80
Cesto	58	48
Tablero de Mesa	135	125
Canasta	75	60
Pallet	240	220

Tabla 2: Comparación de tiempos ciclos

Esta reducción del tiempo ciclo será muy favorable ya que se obtendrá un disminución en el costo de producción unitario esto será muy beneficioso para la empresa ya que las utilidades serán aún mayores, también disminuir nuestro tiempo ciclo nos ayudará a que nuestros productos lleguen a las manos de nuestros clientes de una manera más rápida

A continuación podemos ver cómo cambiar la manera de regular una máquina inyectora de termoplástico nos ayudó a reducir nuestro tiempo ciclo y por lo tanto aumentar nuestra productividad.

Artículo	Antes	Después	Porcentaje de Aumento
	Unidades / Hora	Unidades / Hora	
Gaveta	45	65	45,5%
Cajoneta	30	36	20,0%
Ecopiso con regatones	24	28	15,4%
Techo de Armario	45	60	12,5%
Cesto	62	75	20,8%
Tablero de mesa	24	28	15,4%
Canasta	48	55	15,4%
Pallet	15	16	9,1%

Tabla 3: Análisis de Productividad

5.3. Scrap Generado

Anteriormente con la regulación sin el método se generaba un promedio de 26 unidades malas por arranque de máquina sin contar las unidades malas que se generaban también por variación de inyección durante la producción. Con la aplicación de este método matemático fácil y sencillo se generó menos scrap un promedio de 10 unidades malas por arranque de máquina y durante la producción no se presentaba ninguna variación de inyección.

Artículo	Unidades de Scrap Generado	
	Antes	Después
Gaveta	28	10
Cajoneta	22	10
Ecopiso	18	9
Techo de Armario	24	12
Cesto	45	13
Tablero de Mesa	20	8
Canasta	35	12
Pallet	15	9
PROMEDIO	26	10

Tabla 4: Comparación de Scrap Generado

6. Conclusiones y Recomendaciones

6.1. Conclusiones

Mediante el análisis realizado de los datos obtenidos de tiempos y scrap generado por arranque de máquina se pudo verificar que al momento de regular una máquina el regulador no cuenta con información sobre las características de la materia prima y máquina a usar, todo esta falta de información generaba pérdidas para la empresa, los tiempos de arranque de máquina tardaban de 60 a 80 minutos y la cantidad de scrap generado era 15 a 45 unidades.

Conociendo las características de una máquina inyectora de termoplástico y del artículo se pudo determinar si el molde es apto para trabajar en la máquina programada. Una vez seleccionada la máquina inyectora de termoplástico correcta al regularla se utilizó menor fuerza de cierre presiones y velocidades de inyección por lo que es una gran beneficio para prolongar la vida útil de nuestros equipos (máquinas inyectoras y moldes) e incluso reducir los largos tiempos de arranque, ciclos y scrap generado por arranque de máquina.

Con este método se manejó un lenguaje común en cuanto a la regulación de máquinas inyectoras de termoplásticos ya que cualquier persona que regulara una máquina llegará al mismo resultado.

La experiencia obtenida durante la realización de este proyecto, nos permite concluir, que se obtuvo buenos resultados y sobre todo la satisfacción de la empresa y del personal.

6.2. Recomendaciones

Para la aplicación de este método es necesario que los reguladores estén informados con que materia prima se va a trabajar y que se les facilite la ficha técnica del proveedor para de esta manera conocer la fluidez, densidad, temperatura de fusión y temperatura de trabajo de la materia prima. También es necesario que el regulador este a tanto de las características de la máquina como fuerza de cierre, capacidad de inyección, diámetro del tornillo, etc. Toda esta información será de gran ayuda para que el regulador logre regular correctamente una máquina inyectora de termoplástico.

Es necesario realizar un análisis antes de montar un molde en una máquina inyectora para de esta manera saber si la máquina programada es la correcta, esto será de gran ayuda para que durante la regulación de máquina no se presente ningún problema, como falta de carga, fuerza de cierre entre otros ya que si se presentaran se tendría que cambiar de máquina. Todo estos problemas se verán reflejados en los indicadores de producción de la empresa.

Para cumplir los objetivos deseados con la aplicación de este método, se debe comprometer al personal de planta con un cambio de mentalidad en cuanto a su manera de trabajar ya que es de suma importancia para lograr los objetivos establecidos. La aplicación de este método involucra a todo el personal de planta, por lo que la capacitación y entrenamiento es muy importante para que de esta manera se maneje un lenguaje en común en cuanto a regulación de máquinas inyectoras así se podrá obtener resultados en el menor tiempo posible.

7. Agradecimiento

Mi infinito agradecimiento a Dios quien nos ha guiado y nos ha dado la fortaleza para seguir adelante.

A los directivos de la Escuela Superior Politécnica del Litoral y en especial a los docentes que forman parte del Programa de Tecnología en Mecánica, al Tlgo. Luis Vargas Ayala por brindarnos su apoyo incondicional y su colaboración día a día permitiéndonos la culminación del presente proyecto de grado.

Queremos dar las gracias a la empresa plásticos Industriales C.A (PICA), por permitirnos la oportunidad de realizar nuestro proyecto de grado en dicha empresa, en especial a los Ingenieros Ricardo Aguilera Director de Planta de Inyección, Juan Suescum Gerente de Producción y a la Licenciada Susana Monge Gerente de Gestión Humana.

También quiero agradecer de manera muy especial a nuestros compañeros y amigos y maestros, al Sr. Luis Icaza por sus consejos, enseñanzas, profesionalismo y por todo lo que se aprendió durante este proceso.

Conocimiento que nos permitió aumentar de manera considerable para llegar hacer ahora un especialista en el proceso de inyección.

A todos ellos, muchas gracias

8. Bibliografía

Icaza Gómez Luis. Moldeando Bases tecnológicas para la inyección de materiales termoplástico Ecuador. 2013 .pág. 251.

Calderón Gómez Alfredo Dionisio. Técnicas avanzadas de inyección. 1era edición. México. 2011 Medios impresos servicios integrales S.A de C.V. 320 pág. ISBN: 03-2009-061712580400-01

Apuntes de clase: Inyección de termoplástico como parte de la carrera de Tecnología en plástico .Escuela superior politécnica del litoral. Docente: Tnlgo Luis Vargas Ayala

INTERNET

Moldeo por inyección

Recuperado de:

http://es.wikipedia.org/wiki/Moldeo_por_inyecci%C3%B3n