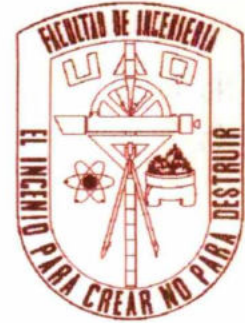




Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Ingeniería



Ingeniería en Automatización
con línea terminal en Sistemas Industriales

**PROCESO DE UNA MAQUINA DE INYECCIÓN Y DESARROLLO DE
CATÁLOGOS DE FALLA**

MEMORIA

Presenta:

Enrique Hita Cruz

Dirigido por:

Dr. Rodrigo Castañeda Miranda

Director de la Facultad de Ingeniería:

Dr. Gilberto Herrera Ruiz

Universitario, Querétaro, Qro., 01 de Febrero del 2009

No. Adq.  _____

No. Título _____

Clas. _____

ENRIQUE HITA CRUZ

A MIS PADRES Y A MI NOVIA (MK)
PORQUE POR ELLOS HAGO TODO
Y NADA VOY A LLEGAR A SER SIN ELLOS.

AGRADECIMIENTOS

En la preparación de estas memorias agradezco principalmente a los directivos de la empresa Kostal Mexicana S.A de C.V. por la ayuda que me brindaron para desarrollar este proyecto en su empresa y por su apoyo; a mis maestros, coordinadores y directivo por los conocimientos que compartieron conmigo a lo de mi preparación para este proyecto; a mis compañeros y amigos por todo lo que compartimos.

Por su ardua y constante ayuda para finalizar este proyecto.

INDICE

	Página
DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS	III
ÍNDICE	iv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. PROCESO DE PRODUCCION DE UNA MAQUINA DE INYECCION	2
Antecedentes históricos	2
Moldeo por inyección	3
El principio del moldeo	4
Unidad de inyección	5
Unidad de cierre	7
Molde	8
Ciclo de moldeo	10
Colada fría y caliente	11
Coloración de la pieza	11
Temperatura de proceso	13
Flujo y diseño de flujo	13
Ventilación y presión	16
III. RECONECER DEFECTOS Y PODER SOLUCUIONARLOS	17
Definición de rebaba	17
Rechupes	20
Burbujas de aire	21
Definición de pandeamiento	23
IV. GUÍA DE DEFECTOS SUPERFICIALES EN TERMOPLÁSTICOS	25
V. PROCESO DE UNA MAQUINA DE INYECCIÓN	33
Procesos de inyección	33
Maquinas de inyección	33
Componentes de una maquina de inyección	34

Resina plástica	35
Inyección del granulado para crear una pieza plástica	36
Calor	36
Presión	37
Tiempo	37
Proceso de una maquina de inyección	38
El ciclo de inyección	39
Duración del ciclo de inyección	42
Documentos para monitorear el proceso de inyección	45
Carta de ajuste	45
Catalogo de falla	47
VI. CATALOGOS DE FALLA	48
Componentes del catalogo de falla	49
Proceso para elaborar un catalogo de falla	51
VII. CONCLUSIONES	54
BIBLIOGRAFIA	55

I. INTRODUCCION

El proceso de inyección de plástico mediante una maquina de inyección es de lo mas delicado, ya que al inyectar una pieza si existen parámetros o especificaciones que al ser alterados en lo mas mínimo pueden hacer que la pieza salga con alguna falla que pueda alterar el funcionamiento de la misma o convertirse en una reclamación del cliente.

El objetivo de esta investigación es simple pero a la vez de suma importancia ya que se trata de detectar las causas de las fallas a la hora de inyectar una pieza de plástico. Además de encontrar la solución y un método para que estas sean erradicadas o reducidas a tal grado de que no afecten a la empresa.

Las fallas de una pieza a la hora de ser inyectada son muy diferentes unas de otras y algunas no son tan frecuentes como otras.

Para esta investigación se analizaron muchos puntos importantes y se partió de la necesidad de reducir el número de fallas así como también se busco el encontrar la causa y el poder erradicarla.

Era necesario diseñar un método para que los operadores pudieran detectar las fallas y así evitar que estas llegaran al cliente y a su vez poder evitar reclamaciones del mismo; por lo que se diseño un catalogo donde se muestran las posibles fallas que una pieza pudiese presentar, denominando a este como: catalogo de fallas, este sirvió para que el operador pueda identificar visualmente las posibles fallas de las piezas y también de ahí partir para solucionar las mismas.

II. PROCESO DE PRODUCCION DE UNA MAQUINA DE INYECCION

ANTECEDENTES HISTÓRICOS

El diseño actual de la máquina de moldeo por inyección ha sido influido por la demanda de productos con diferentes características geométricas, con diferentes polímeros involucrados y colores. Además, su diseño se ha modificado de manera que las piezas moldeadas tengan un menor costo de producción, lo cual exige rapidez de inyección, bajas temperaturas, y un ciclo de moldeo corto y preciso.

John Hyatt registró en 1872 la primera patente de una máquina de inyección, la cual consistía en un pistón que contenía en la cámara derivados celulósicos fundidos. Sin embargo, se atribuye a la compañía alemana Cellon-Werkw el haber sido pionera de la máquina de inyección moderna. Esta firma presentó, en 1928, una patente incluyendo la descripción de nitrocelulosa (celuloide). Debido al carácter inflamable de la nitrocelulosa, se utilizaron posteriormente otros derivados celulósicos como el etanoato de celulosa. Los británicos John Beard y Peter Delafield, debido a ciertas diferencias en la traducción de la patente alemana, desarrollaron paralelamente la misma técnica en Inglaterra, con los derechos de patente inglesa para la compañía F.A. Hughes Ltd.

El primer artículo de producción masiva en Inglaterra fue la pluma fuente, producida durante los años treinta por la compañía Mentmore Manufacturing. La misma utilizaba máquinas de moldeo por inyección de Eckert & Ziegler. Estas máquinas funcionaban originalmente con aire comprimido (aproximadamente 31 kg/cm²); el sistema de apertura de molde y la extracción de la pieza eran realizados manualmente, y los controles incluían válvulas manuales, sin control automático ni pantallas digitales; además, carecían de sistemas de seguridad.

En 1932 apareció la primera máquina para inyección operada con sistemas eléctricos, desarrollada por la compañía Eckert & Ziegler. Al mismo tiempo, otros países como Suiza e Italia empezaban a conseguir importantes avances en maquinaria. Ya a finales de los años treinta, el polietileno y el PVC, ambos de alta producción y bajo costo, provocaron una revolución en el desarrollo de la maquinaria, teniendo el PVC mayor éxito como material para extrusión.

En 1951 se desarrolló en Estados Unidos la primera máquina de inyección con un tornillo recíprocante, aunque no fue patentada hasta 1956. Este cambio ha sido la aportación más importante en la historia de las máquinas inyectoras. Al finalizar la segunda guerra mundial, la industria de la inyección de plástico experimentó un crecimiento comercial sostenido. Sin embargo, a partir de la década de los ochenta, las mejoras se han enfocado a la eficiencia del diseño, del flujo del polímero, el uso de sistemas de software CAD, inclusión de robots más rápidos para extracción de piezas, inyección asistida por computadora, eficacia en el control de calentamiento y mejoras en el control de la calidad del producto.

MOLDEO POR INYECCIÓN

En ingeniería, el moldeo por inyección es un proceso semi-continuo que consiste en inyectar un polímero en estado fundido en un molde cerrado a presión y frío, a través de un orificio pequeño llamado compuerta. En ese molde el material se solidifica, comenzando a cristalizar en polímeros semi-cristalinos. La pieza o parte final se obtiene al abrir el molde y sacar de la cavidad la pieza moldeada.

El moldeo por inyección es una técnica muy popular para la fabricación de artículos muy diferentes. Sólo en los Estados Unidos, la industria del plástico ha crecido a una tasa de 12% anual durante los últimos 25 años, y el principal proceso de transformación de plástico es el moldeo por inyección, seguido del de

extrusión. Un ejemplo de productos fabricados por esta técnica son los famosos bloques interconectables LEGO y juguetes Playmobil, así como una gran cantidad de componentes de automóviles, componentes para aviones y naves espaciales.

Los polímeros han logrado sustituir otros materiales como son madera, metales, fibras naturales, cerámicas y hasta piedras preciosas; el moldeo por inyección es un proceso ambientalmente más favorable comparado con la fabricación de papel, la tala de árboles o cromados. Ya que no contamina el ambiente de forma directa, no emite gases ni desechos acuosos, con bajos niveles de ruido. Sin embargo, no todos los plásticos pueden ser reciclados y algunos susceptibles de ser reciclados son depositados en el ambiente, causando daños al medio ambiente.

La popularidad de este método se explica con la versatilidad de piezas que pueden fabricarse, la rapidez de fabricación, el diseño escalable desde procesos de prototipos rápidos, altos niveles de producción y bajos costos, alta o baja automatización según el costo de la pieza, geometrías muy complicadas que serían imposibles por otras técnicas, las piezas moldeadas requieren muy poco o nulo acabado pues son terminadas con la rugosidad de superficie deseada, color y transparencia u opacidad, buena tolerancia dimensional de piezas moldeadas con o sin insertos y con diferentes colores.

EL PRINCIPIO DEL MOLDEO

El moldeo por inyección es una de las tecnologías de procesamiento de plástico más famosas, ya que representa un modo relativamente simple de fabricar componentes con formas geométricas de alta complejidad. Para ello se necesita una máquina de inyección que incluya un molde. En este último, se fabrica una cavidad cuya forma y tamaño son idénticas a las de la pieza que se desea obtener. La cavidad se llena con plástico fundido, el cual se solidifica, manteniendo la forma moldeada.

Los polímeros conservan su forma tridimensional cuando son enfriados por debajo de su T_g y, por tanto, también de su temperatura de fusión para polímeros semicristalinos. Los polímeros amorfos, cuya temperatura útil es inferior a su T_g , se encuentran en un estado termodinámico de pseudoequilibrio. En ese estado, los movimientos de rotación y de relajación (desenredo de las cadenas) del polímero están altamente impedidos. Es por esta causa que, en ausencia de esfuerzos, se retiene la forma tridimensional.

Los polímeros semicristalinos poseen, además, la característica de formar cristales. Estos cristales proporcionan estabilidad dimensional a la molécula, la cual también es termodinámicamente estable. La entropía de las moléculas del plástico disminuye drásticamente debido al orden de las moléculas en los cristales.

UNIDAD DE INYECCIÓN

La función principal de la unidad de inyección es la de fundir, mezclar e inyectar el polímero. Para lograr esto se utilizan husillos de diferentes características según el polímero que se desea fundir. El estudio del proceso de fusión de un polímero en la unidad de inyección debe considerar tres condiciones termodinámicas:

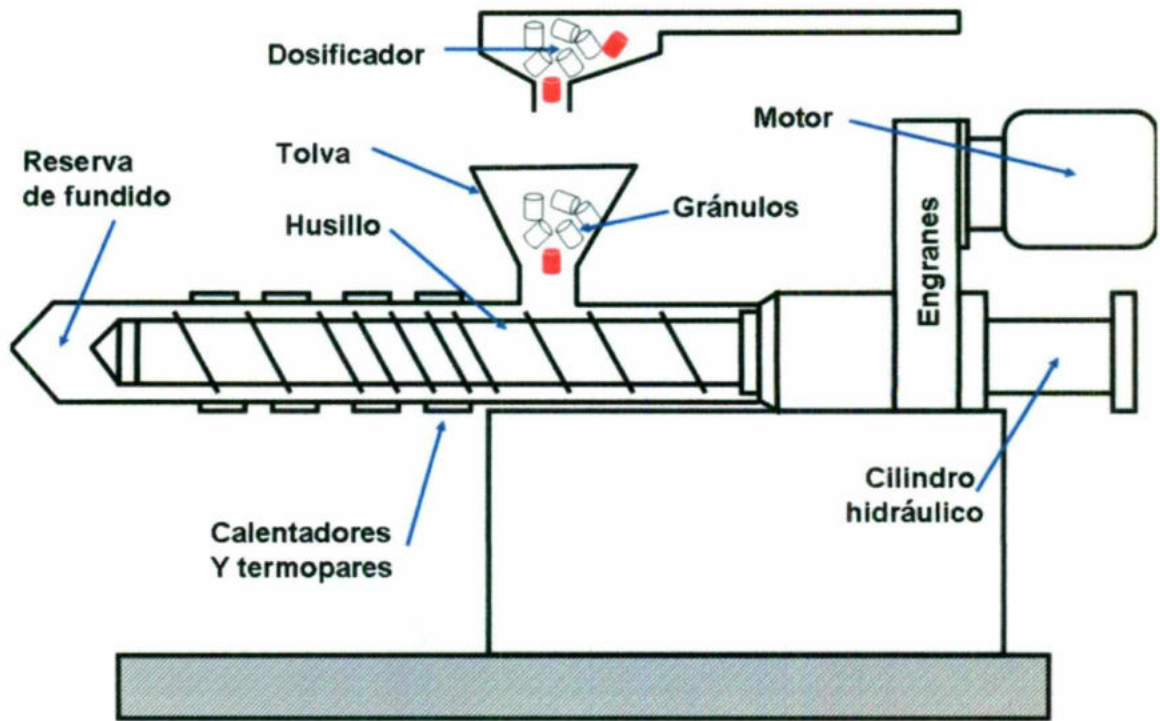
- La temperatura de procesamiento del polímero.
- La capacidad calorífica del polímero C_p [cal/g °C].
- El calor latente de fusión, si el polímero es semi-cristalino.

El proceso de fusión involucra un incremento en el calor del polímero, que resulta del aumento de temperatura y de la fricción entre el barril y el husillo. La fricción y esfuerzos cortantes son básicos para una fusión eficiente, dado que los polímeros no son buenos conductores de calor. Un incremento en temperatura disminuye la viscosidad del polímero fundido; lo mismo sucede al incrementar la

velocidad de corte. Por ello ambos parámetros deben ser ajustados durante el proceso. Existen, además, metales estándares para cada polímero con el fin de evitar la corrosión o degradación. Con algunas excepciones, la mayoría de los plásticos pueden utilizarse en las mismas máquinas.

La unidad de inyección es en origen una máquina de extrusión con un solo husillo, teniendo el barril calentadores y sensores para mantener una temperatura programada constante. La profundidad entre el canal y el husillo disminuye de forma gradual (o drástica, en aplicaciones especiales) desde la zona de alimentación hasta la zona de dosificación. De esta manera, la presión en el barril aumenta gradualmente. El esfuerzo mecánico, de corte y la compresión añaden calor al sistema y funden el polímero más eficientemente que si hubiera únicamente calor, siendo ésta la razón fundamental por la cual se utiliza un husillo y no una autoclave para obtener el fundido.

Una diferencia sustancial con respecto al proceso de extrusión es la existencia de una parte extra llamada cámara de reserva. Es allí donde se acumula el polímero fundido para ser inyectado. Esta cámara actúa como la de un pistón; toda la unidad se comporta como el émbolo que empuja el material. Debido a esto, una parte del husillo termina por subutilizarse, por lo que se recomiendan cañones largos para procesos de mezclado eficiente. Tanto en inyección como en extrusión se deben tomar en cuenta las relaciones de PvT (Presión, volumen, temperatura), que ayudan a entender cómo se comporta un polímero al fundir.



Diseño genérico de la unidad de inyección

UNIDAD DE CIERRE

Es una prensa hidráulica o mecánica, con una fuerza de cierre bastante grande que contrarresta la fuerza ejercida por el polímero fundido al ser inyectado en el molde. Las fuerzas localizadas pueden generar presiones del orden de cientos de MPa, que sólo se encuentran en el planeta de forma natural únicamente en los puntos más profundos del océano.

Si la fuerza de cierre es insuficiente, el material escapará por la unión del molde, causando así que el molde se tienda a abrirse. Es común utilizar el área proyectada de una pieza (área que representa perpendicularmente a la unidad de cierre el total de la cavidad) para determinar la fuerza de cierre requerida, excluyendo posibles huecos o agujeros de la pieza.

$$F = P_m \times A_p$$

Donde:

- F = Fuerza (N)
- P_m = Presión media (Pa)
- A_p = Área proyectada (m^2)

MOLDE

El molde (también llamado herramienta) es la parte más importante de la máquina de inyección, ya que es el espacio donde se genera la pieza; para producir un producto diferente, simplemente se cambia el molde, al ser una pieza intercambiable que se atornilla en la unidad de cierre.

Las partes del molde son:

Cavidad

Es el volumen en el cual la pieza será moldeada.

Canales o ductos

Son conductos a través de los cuales el polímero fundido fluye debido a la presión de inyección. El canal de alimentación se llena a través de la *boquilla*, los siguientes canales son los denominados *bebederos* y finalmente se encuentra la *compuerta*.

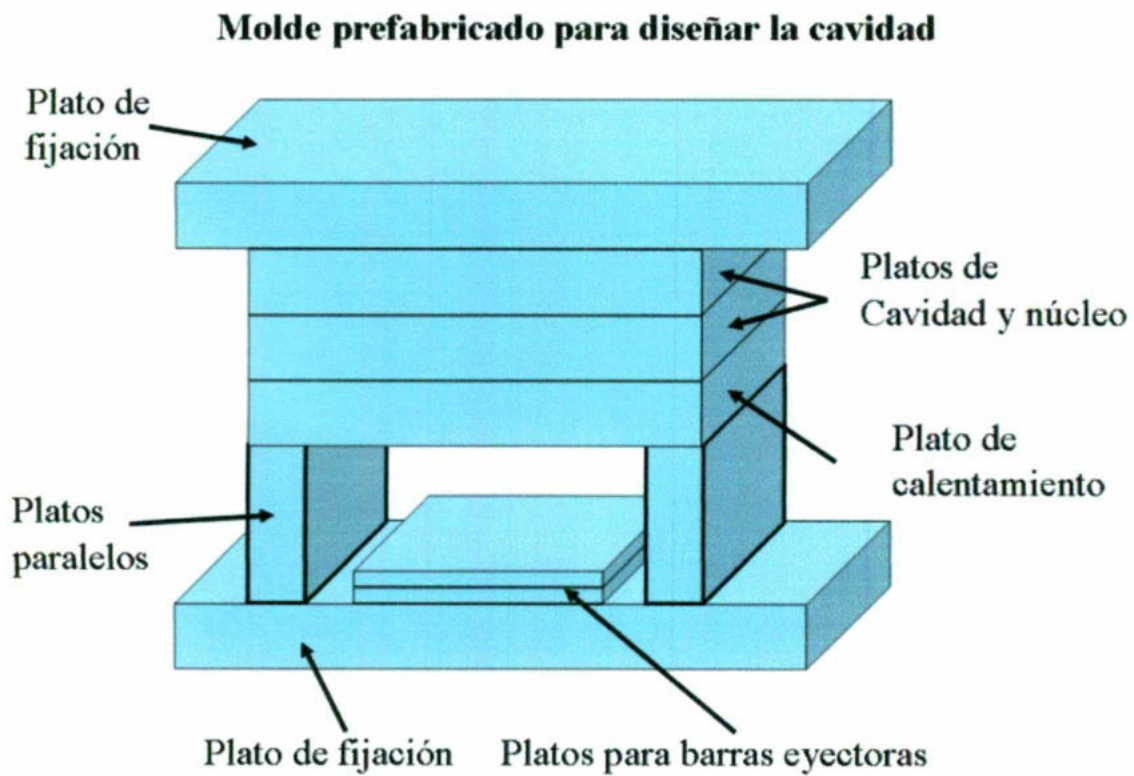
Canales de enfriamiento

Son canales por los cuales circula refrigerante (el más común agua) para regular la temperatura del molde. Su diseño es complejo y específico para cada pieza y molde, esto en vista de que la refrigeración debe ser lo más homogénea posible en toda la cavidad y en la parte fija como en la parte móvil, esto con el fin

de evitar los efectos de contracción. Cabe destacar que al momento de realizar el diseño de un molde, el sistema de refrigeración es lo último que se debe diseñar.

Barras expulsoras

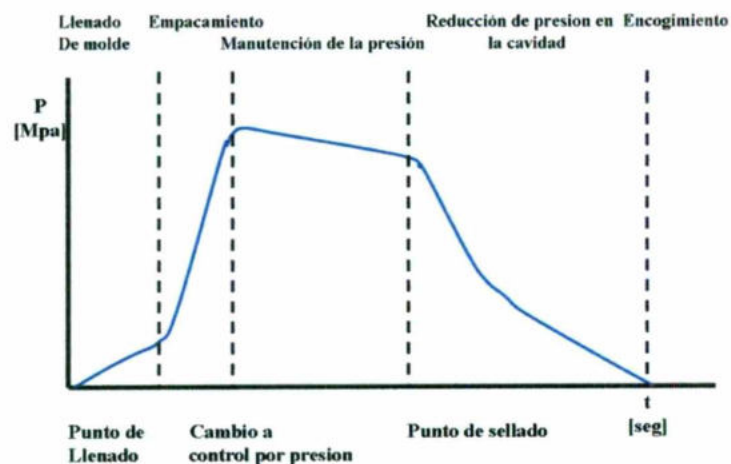
Al abrir el molde, estas barras expulsan la pieza moldeada fuera de la cavidad, pudiendo a veces contar con la ayuda de un robot para realizar esta operación.



CICLO DE MOLDEO

En el ciclo de moldeo se distinguen 6 pasos principales (aunque algunos autores llegan a distinguir hasta 9 pasos):

- Molde cerrado y vacío. La unidad de inyección carga material y se llena de polímero fundido.
- Se inyecta el polímero abriéndose la válvula y, con el husillo que actúa como un pistón, se hace pasar el material a través de la boquilla hacia las cavidades del molde.
- La presión se mantiene constante para lograr que la pieza tenga las dimensiones adecuadas, pues al enfriarse tiende a contraerse.
- La presión se elimina. La válvula se cierra y el husillo gira para cargar material; al girar también retrocede.
- La pieza en el molde termina de enfriarse (este tiempo es el más caro pues es largo e interrumpe el proceso continuo), la prensa libera la presión y el molde se abre; las barras expulsan la parte moldeada fuera de la cavidad.
- La unidad de cierre vuelve a cerrar el molde y el ciclo puede reiniciarse.



COLADA FRÍA Y CALIENTE

Existen dos tipos de colada. La colada fría es el remanente de polímero solidificado que queda en los canales, y que es necesario cortar de la pieza final. La colada caliente mantiene al polímero en estado fundido para continuar con la inyección.

Con esta técnica se ahorra una considerable cantidad de plástico. Pero algunas de las desventajas la convierten en una técnica poco popular: los pigmentos deben tener mayor resistencia a la temperatura, el polímero aumenta su historia térmica, el molde debe ser diseñado especialmente para esto, pueden haber fluctuaciones en el ciclo de moldeo, etc.

COLORACIÓN DE LA PIEZA

La coloración de las partes a moldear es un paso crítico, puesto que la belleza de la parte, la identificación y las funciones ópticas dependen de este proceso. Básicamente existen tres formas de colorear una parte en los procesos de inyección:

- Utilizar plástico del color que se necesita (precoloreados).
- Utilizar un plástico de color natural y mezclarlo con pigmento en polvo o colorante líquido.
- Utilizar un plástico de color natural y mezclarlo con concentrado de color.

La elección más barata y eficiente es el uso del concentrado de color (en inglés Masterbatch), el cual se diseña con características de índice de fluidez y viscosidad acordes al polímero que se desea procesar. Con los concentrados de color se puede cambiar de un color a otro de manera rápida, sencilla y limpia. Los pigmentos en polvo presentan mayores problemas de coloración que los concentrados de color y estos más que los precoloreados; sin embargo, los

precoloreados son los más caros y presentan una historia térmica mayor. Los problemas de procesamiento más comunes con relación al color de una pieza son: líneas de color más o menos intenso, puntos negros, ráfagas, y piel de naranja.

Los colores pueden ser cualquiera opacos y, si el polímero es transparente, se permiten colores translúcidos. Es importante que el proveedor de los concentrados de color sea consciente de la aplicación final de la parte, para utilizar pigmentos o colorantes que no migren a la superficie. En polioleofinas no debe utilizarse colorantes porque migran, un error muy común en la industria ya que son baratos, si bien este ahorro merma la calidad de la parte y puede resultar en una reclamación por parte del cliente.

Los colores finales en la parte pueden ser translúcidos, sólidos, pasteles, metálicos, perlados, fosforescentes, fluorescentes, etc. Sin embargo, polímeros como el ABS son más difíciles de colorear que el polietileno, por su alta temperatura de proceso y su color amarillento.

Un experto en diseño de un color ha de poseer una habilidad visual impresionante, puesto que sus ojos están entrenados para reconocer colores con diferencias mínimas, lo cual requiere una habilidad natural y amplia experiencia. Debe tomarse en cuenta también la teoría del color, ya que los pigmentos son substractivos y la luz es aditiva; además, si como color objetivo se tiene una pieza de metal, vidrio, líquido, papel o polímero diferente al polímero final, es posible que bajo diferente luz sea igual o distinto el color final del objetivo. Por ello debe decidirse cuál será la luz bajo la cual los colores deben ser observados. Para personas que no son expertas en identificación de color, son muy útiles los colorímetros, aunque su grado de confianza no llega al 100%. Una persona no entrenada puede ver dos colores diferentes como iguales y dos iguales como diferentes, debido a errores en el ángulo con respecto a la incidencia de la luz, distancia entre uno y otro objetivo, luz ambiental, etc.

TEMPERATURA DE PROCESO

Para inyectar un polímero, específicamente un termoplástico, es necesario conocer su temperatura de transición vítrea (T_g) y su temperatura de fusión de la región cristalina (T_m), si es un polímero semicristalino.

La temperatura de operación de cada termoplástico no es estándar, y varía según el proveedor. Es por tanto necesario solicitarle una Hoja de Especificaciones donde se encuentre tanto el índice de fluidez como la temperatura de trabajo, que además es un rango de temperaturas, y la temperatura de degradación, con lo cual se obtiene un intervalo dentro del cual se puede trabajar el material eficientemente.

FLUJO Y DISEÑO DE FLUJO

Los polímeros son materiales cuyas viscosidades son muy altas, por lo que su flujo es lento y complicado. La razón de esto es que son cadenas muy largas de unidades más simples, a causa de lo cual los polímeros presentan una orientación con respecto al esfuerzo cortante al que han sido sometidos. En general, es conveniente eliminar lo más posible la orientación de las moléculas, propiedad que se contrapone a la rapidez de moldeo (y por tanto al costo). Sin embargo, si el estrés debido a una orientación extremadamente alta no se libera, la pieza se deformará al enfriarse o al calentar el material en su aplicación.

El polímero entra en el molde y se va acumulando desde el punto de entrada, arrastrándose por las paredes y empujando el polímero en el centro. Cuando este toca las paredes del molde, comienza a enfriarse y solidificarse. Esto ocurre con cierta baja orientación, pero cuando se va llenando la cavidad en capas posteriores lejanas a la pared del molde, la orientación se incrementa y un inadecuado enfriamiento congela los estreses generados, siguiendo un perfil de velocidades semejante al del flujo parabólico en un tubo.

El flujo de un polímero a través de una cavidad rectangular se puede estudiar utilizando condiciones isotérmicas, o con el molde a temperaturas menores que la T_g del polímero a estudiar. Para los experimentos en condiciones isotérmicas, se observa que el tipo de polímero no modifica el flujo, que mantiene un perfil de velocidades constante, con un flujo radial después de la compuerta hasta llenar las esquinas. Después, el flujo se aproxima a un flujo tapón, perdiendo movilidad en las zonas de contacto con la pared fría. El flujo de cada polímero es estudiado por la reología.

Una aproximación al estudio del flujo de polímeros en el llenado de un molde es la ecuación de Hagen y Poiseuille, la cual considera parámetros en el régimen laminar. Esta ecuación, despejada para la viscosidad del material es:

$$\eta = \frac{r^4 \pi \Delta P}{8LQ} = \frac{r \Delta P / 2L}{4Q / \pi r^3} = \frac{\tau}{\dot{\gamma}}$$

Donde:

- η = Viscosidad
- r = Radio del tubo o canal
- ΔP = Caída de presión
- L = Longitud del tubo
- Q = Flujo volumétrico
- τ = Esfuerzo cortante
- $\dot{\gamma}$ = Velocidad de corte

Para el diseño de los canales en el molde, se observa de la ecuación anterior que la velocidad de corte y la viscosidad se ven afectadas por el diseño del radio del canal. Si el flujo volumétrico y la caída de presión se mantienen constantes, en condiciones isotérmicas entre los ciclos de moldeo, la viscosidad

permanece constante y por lo tanto se espera que la calidad de la pieza moldeada sea constante.

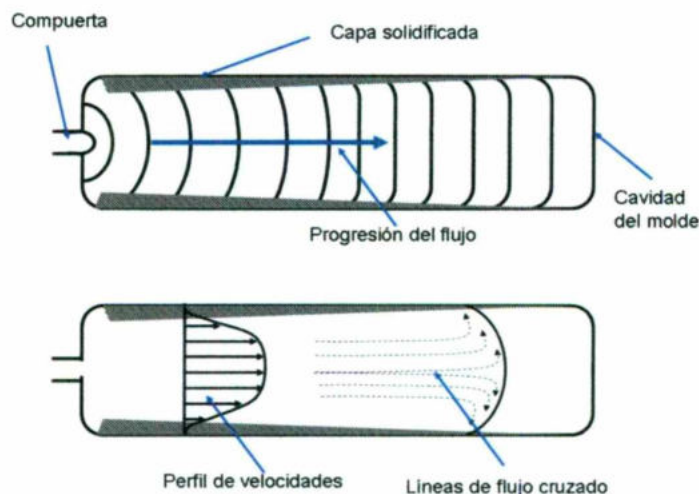
En la práctica, los ingenieros toman en cuenta que los polímeros son fluidos no newtonianos (particularmente, son materiales viscoelásticos). Por lo tanto, se deberán hacer correcciones a la fórmula anterior dependiendo de para qué plástico se realizará el molde. También se utilizan "curvas de viscosidad", que grafican η frente a $\dot{\gamma}$.

Un parámetro importante en el flujo incluye la temperatura; otra buena aproximación a polímeros obedece a la ecuación de Arrhenius:

$$\eta = K e^{\frac{-E}{RT}}$$

Donde:

- K = Constante del polímero en cuestión
- R = Constante universal de los gases ideales, Por lo general expresada en Joules, kelvins y moles $8.314 J \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1}$
- T = Temperatura
- E = Energía de activación para el flujo viscoso



VENTILACIÓN Y PRESIÓN

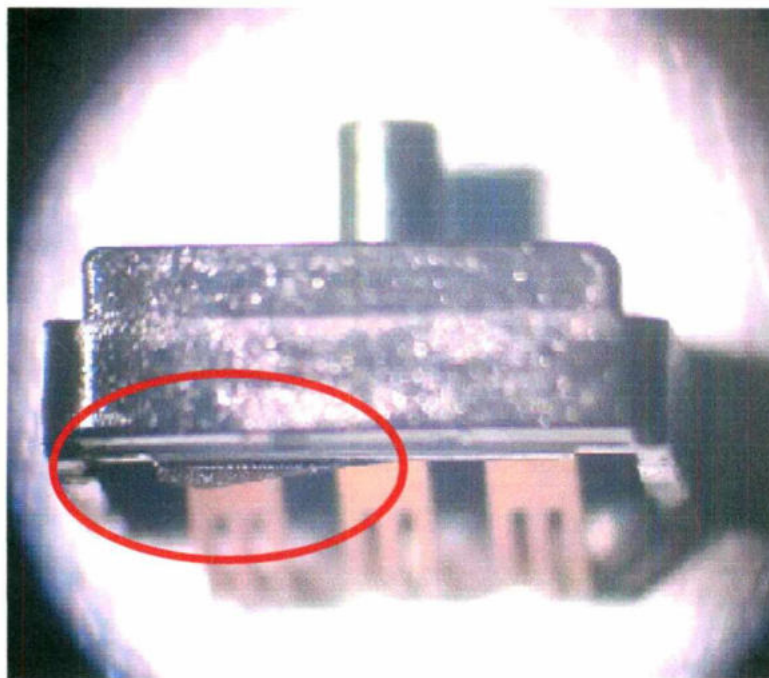
Conforme el polímero avanza desde la entrada o tolva, va reduciendo el tamaño de sus gránulos por medios tanto mecánicos (fricción, compresión y arrastres) como térmicos (aumento en su temperatura interna), llegando al estado gomoso o fusión, dependiendo de si el material es amorfo o semi-cristalino. Conforme este material avanza, el aire presente experimenta un aumento de presión y generalmente escapa en dirección opuesta al avance del polímero. Si esto no ocurre, entonces es necesario abrir una compuerta de ventilación, igualándose de esta manera la presión generada a la presión atmosférica. Debido a las propiedades de viscosidad y de arrastre del polímero, sólo escapa mediante la ventilación una parte mínima de plástico.

El error más común con la ventilación es el añadir aditivos espumantes desde la tolva. Los espumantes generan gas, aire o agua que queda atrapado en células abiertas o cerradas del polímero. No obstante, si la presión disminuye a presión atmosférica, este gas generado escapa, resultando así un polímero sin espumar. Para una eficiente alimentación del espumante, éste debe ser añadido después de la ventilación o eliminar el mismo.

III. RECONOCER DEFECTOS Y PODER SOLUCIONARLOS

DEFINICIÓN DE REBABA

Un problema de inyección excesiva que puede presentarse en todas las separaciones de moldeo y contorno es lo que se llama rebaba, esta es la falla más común que se presenta a la hora de inyectar una pieza y existen varias causas por las cuales sucede esta falla.



En la foto superior se muestra lo que es un ejemplo de rebaba, esta foto está incluida en el catálogo de falla y como se puede apreciar es una de las zonas que la operadora debe de revisar.

Las causas del problema son muy diversas, pero en la mayoría de los casos tendrán que buscarse en la herramienta misma la cual es el molde con la que se inyecta la pieza. Las causas son las siguientes.

- Líneas de cierre de molde que no están bien trabajadas
- Bordes desgastados, curvados o dañados
- Herramientas sucias
- Capa generada por desgasificación
- Sedimentación de partículas de plástico
- Grasa endurecida y mezclada con polvo

El remedio en este caso después de una análisis es la limpieza periódica del molde durante la operación y, por principio, al haber terminado el lote, para esto cada vez que se desmonta un molde este pasa por el taller de mantenimiento, aquí se le da esa limpieza y se previenen varias situaciones que provocan distintas fallas como es la rebaba.

También están las causas originadas por la maquinaria, estas causas se buscan en las maquinas de inyección y se dan la mayoría de las veces cuando se monta el molde sobre la maquina y también cuando e ajusta la computadora para que se empiece a inyectar la pieza. Algunas de las causas son las siguientes:

- El sistema de cierre no funciona adecuadamente en el aspecto hidráulico
- La fuerza de cierre es insuficiente
- Las temperaturas están mal ajustadas
- El tiempo de carrera esta mal ajustado, es decir, es muy largo o es muy corto
- Los tiempos están mal ajustado, por ejemplo, el tiempo de ciclo entre una pieza u otra.

Y también están las causas originadas por parte del ajuste, la mayoría de las veces son fallas causadas por el montador y es porque este no introduce bien los datos de la carta de ajuste a la maquina o por qué no revisa bien lo que necesita la pieza en cuanto temperaturas y tiempos para que esta inyecte bien la pieza, las causas pueden ser las siguientes:

- La temperatura de la masa es demasiado alta
- Se cambió tardío a compresión (el molde se sobrecarga)
- El equipo de refrigeración está mal conectado.

Como señal más evidente de una falla originada por la herramienta, ajuste o maquinaria puede mencionarse la formación de rebaba en piezas no completamente inyectadas, la formación de rebabas es uno de los problemas más frecuentes que existen a la hora de inyectar una pieza.

Un moldeo por inyección completamente libre de rebabas no es posible en la actualidad, pero si es posible reducirlo a tal grado que no afecte a los estándares de calidad.

Para facilitar la inyección óptima en cuanto a rebabas, se deben tener en cuenta los siguientes factores que son un resumen o por así decirlo, prioritarios para que las piezas de inyección sean lo más perfectas posibles.

- Limpieza y mantenimiento periódicos del molde.
- Hay que considerar la limpieza del molde también durante la fase de producción.
- Se deberían evitar las maniobras con "cosas" duras o puntiagudas (p.ej. desarmadores) dentro del molde.
- Hay que procurar en todo momento la suficiente refrigeración del molde.
- Ajuste de temperatura, presión y tiempo bien hechas

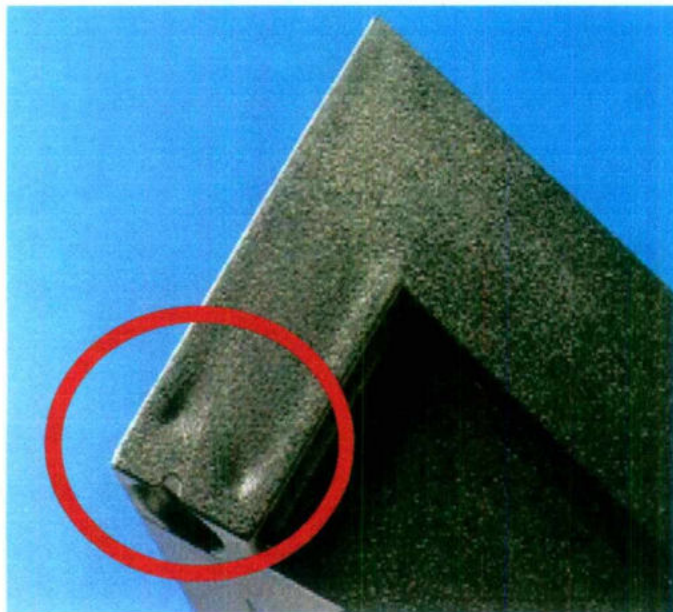
La rebaba no es el único problema al inyectar una pieza, es la más común pero también existen otras que al igual se les hizo su análisis y saber cómo remediarlas y sobre todo cuáles son sus posibles causas.

RECHUPES

Aparecen en zonas donde hay cambio de espesores o paredes muy gruesas, en casos donde la contracción no se pueda equilibrar con material.

La post-presión no llega y/o ya no existen venas con material líquido así que no se puede llenar contra el proceso de contracción.

También son conocidas como cavidades de vacío causadas por contracción fuerte.



Posibles orígenes de los rechupes son los siguientes:

- Las dimensiones del sistema de entrada o los puntos de inyección son insuficientes para la pieza respectiva
- La compresión es demasiado breve o muy poca presión de remanencia
- Humedad en el material

BURBUJAS DE AIRE

Las burbujas dentro del material pueden tener dos causas raíces la primera es al momento de inyectar junto con el material se llena el molde con el aire que estaba dentro del cañón y la segunda se da cuando el material esta tan caliente que se producen gases.

En ambos casos no existe vacío en las burbujas (aire o gases atrapados).



Posibles orígenes de las burbujas de aire:

- El sistema de la colada/ punto de inyección tiene dimensiones insuficientes.
- Existen gases atrapado por mal ajuste de presión.

Ambos defectos se presentan principalmente en piezas de pared gruesa. Y después del un análisis se encontraron el porqué de las fallas y las soluciones para cada una de las causas.

Cuando existe aire succionado al dosificar se recomienda reducir el tiempo de dosificación; aumentar la presión de retención; aumentar la temperatura de la masa; minimizar el retroceso del husillo; disminuir la velocidad de retroceso.

(El problema surge especialmente con termoplásticos amorfos, como por ejemplo en piezas transparentes de poli carbonato)

Cuando existe aire arrojado en el proceso de inyección se recomienda aumentar el tiempo de dosificación; aumentar la presión de retención; aumentar la temperatura de la masa; reducir la velocidad de inyección.

Cuando existe humedad en el material se recomienda utilizar secadora de aire; revisar la secadora y sus ductos de alimentación; asegurar el cumplimiento del tiempo de secado y de la temperatura. No operar demasiado frío el travesaño por el peligro de que se forme agua condensada.

Y por ultimo cuando existe aire que no fue evacuado de la cavidad se recomienda reducir la velocidad de inyección; reducir lo más posible la fuerza de cierre (se logra una mejor ventilación a través de la línea de cierre de molde).

Las zonas de hundimiento (rechupe) son una falla provocada por la "propiedad de contracción" del plástico.

Las áreas de hundimiento (rechupe) se presentan por lo regular como profundidades bien visibles en la superficie de la pieza de inyección. Su presencia es mayor en las zonas de acumulación de material, como costillas y domos.

Se pueden evitar:

- Evitando semejantes geometrías en la fase de construcción
- Aumentando la compresión y el tiempo de compresión
- Revisando el sistema de colada y los puntos de inyección (en dado caso, ampliándolos).

Varios plásticos tienden a contraerse más, por ejemplo Delrin y Hostaform. En estos materiales hay que tener más cuidado a la hora de inyectarlos.

El reconocimiento de estos defectos es muy difícil en plásticos parcialmente cristalinos o en colorados de modo opaco. De haber la "sospecha" de tal defecto, la pieza debe recortarse en las áreas susceptibles para ello (paredes gruesas).

DEFINICIÓN DE PANDEAMIENTO

Se denomina "pandeamiento" como las "tensiones congeladas" en una pieza de plástico que se generan por diferentes causas. Las causas de tensiones pueden ser:

Una herramienta demasiado fría; la contracción es congelada y en los plásticos semi cristalinos la estructura no puede formarse adecuadamente. Esto se reflejará en una pieza distorsionada en sí.

Este fenómeno se expresa en los materiales amorfos en la llamada 'formación de fisuras por tensión' (se presentan visibles estructuras finas tipo telaraña)

Al analizar la causa de la falla se encontró que al ajustar una marcha de temperatura lo más uniforme posible a través del molde; respetar al máximo las indicaciones del fabricante

También otra causa del "pandeamiento" es por el alto nivel de material de relleno (fibras de vidrio) que se ha orientado bastante en una sola dirección (en la mayoría de los casos, en la dirección del flujo) y la causa es a menudo el exceso de velocidad de la inyección. Pero también influye mucho un punto de inyección posicionado inadecuadamente.

Para remediar esta causa se reduce lo más posible la velocidad de inyección (teniendo en cuenta la superficie: posible perjuicio a la calidad); considerar, si es posible, un cambio de posición del punto de inyección.

Grandes diferencias en el espesor de pared y Las variaciones de contracción conducen a la distorsión/ pandeamiento. Se trata de una característica difícil de modificar por medio de los parámetros de maquinaria y de la temperatura de la herramienta. Frecuentemente es imposible eliminar este efecto.

Existen más defectos o fallas al inyectar piezas de plástico además de las ya mencionadas anteriormente, estas no son tan comunes pero son igual de importantes el mencionarlos ya que también se llegan a presentar, para eso a continuación presento una guía de los defectos superficiales que se presentan en las piezas que son inyectadas

IV. GUIA DE DEFECTOS SUPERFICIALES EN TERMOPLASTICOS

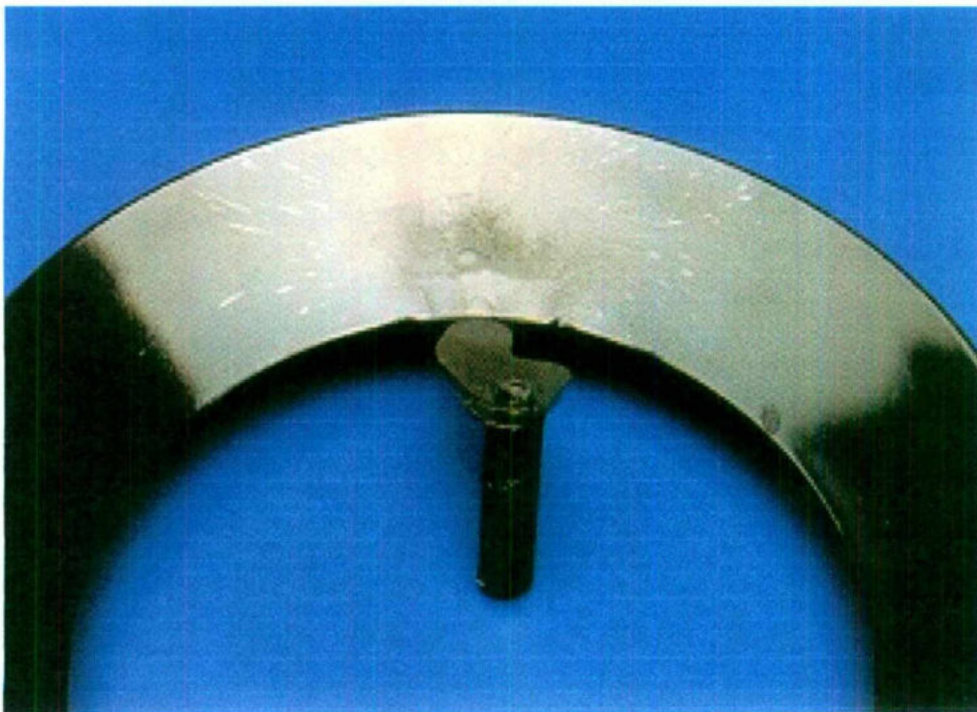
CLASIFICACION DE DEFECTOS

- Quemaduras
- Defectos de humedad
- Defectos en coloración
- Efectos de fibras de vidrio
- Rayas de aire
- Brillo
- Unión de material
- Fracturas de tensión
- Efecto Diesel
- Piezas incompletas
- Huellas de botadores
- Deformación por desmoldeo
- Puntos oscuros

QUEMADURAS DEL MATERIAL

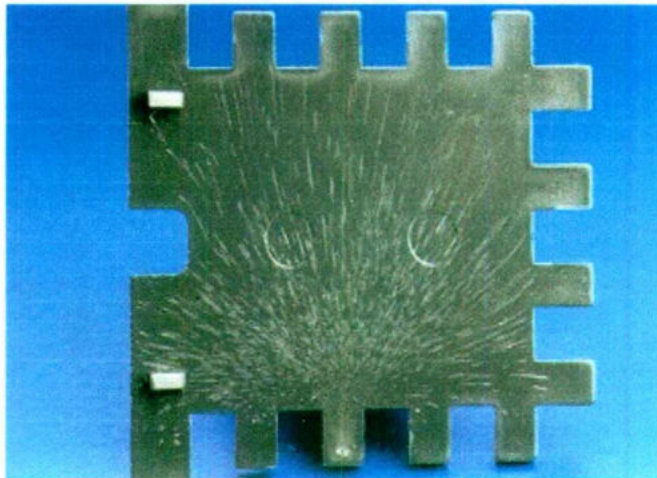
Si el material está dañado por altas temperaturas o bastante tiempo de residencia con temperatura inadecuada en la maquina provoca degradación del material.

Este proceso provoca gases y otros productos químicos (como carbón). Estos productos aparezcan en la superficie y pueden tener colores de café hasta gris.



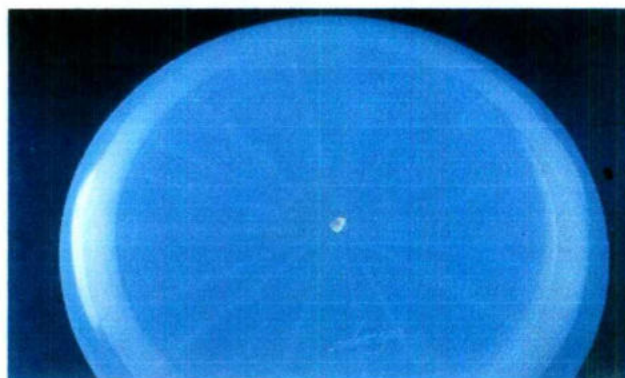
DEFECTOS DE HUMEDAD

Aparecen en la Superficie de las piezas. Las rayas de la humedad vienen del punto de inyección y se extienden desde ahí. El área afectada es frecuentemente más rugosa y puede llegar a ser porosa. La humedad en la superficie de los moldes provoca manchas grandes en toda la superficie.



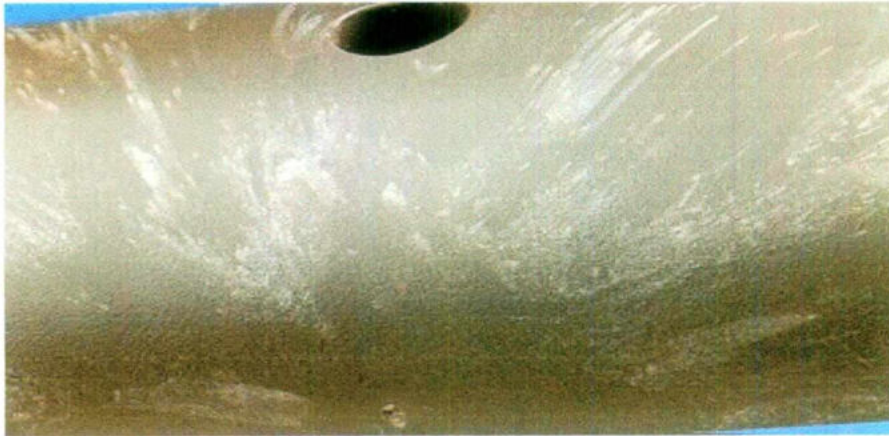
DEFECTOS EN COLORACION

Tienen su causa raíz en la distribución de los pigmentos y su alineación dentro del material. Daño térmico y fuertes deformaciones también causan diferencias de color.



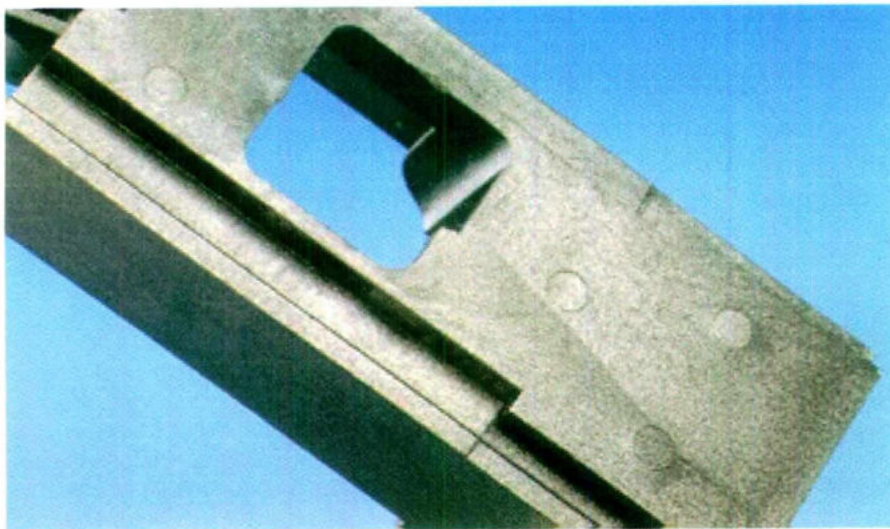
RAYAS DE AIRE

Se presenta como manchas plateadas o blancas cerca de costillas de refuerzo o donde existen cambios de espesor. Cerca del punto de inyección se pueden presentar defectos en forma laminar. Este defecto puede ser causado por entrada de aire al husillo durante la descompresión.



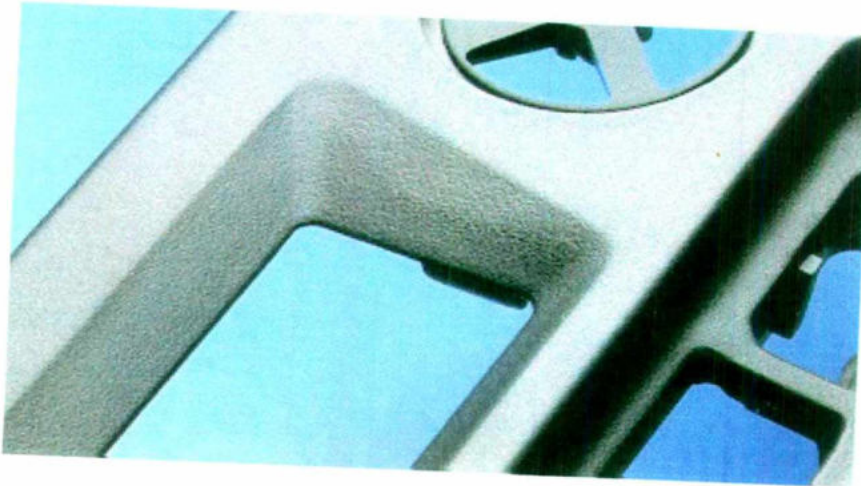
EFFECTOS DE FIBRAS DE VIDRIO

Las fibras causan una superficie más rugosa y que pueden presentar manchas por el brillo de las fibras dentro del mismo material.



BRILLO

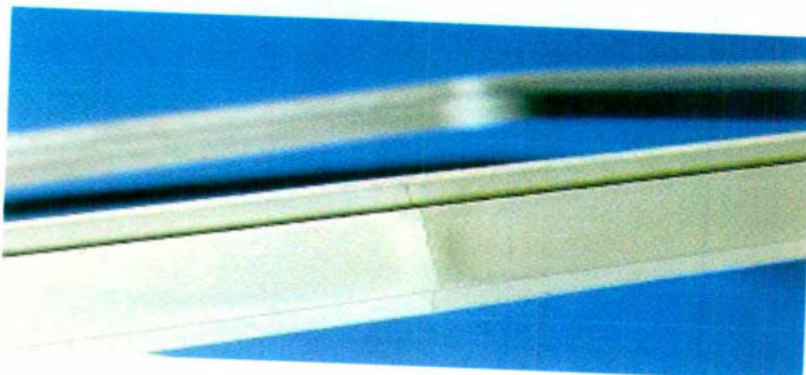
En la evaluación del brillo se puede encontrar dos defectos:
La pieza completa presenta exceso de brillo o falta de este.
La pieza presenta diferencias de brillo entre una zona y otra.
Las diferencias de brillo aparecen en las secciones visibles de las piezas.



UNION DE MATERIAL

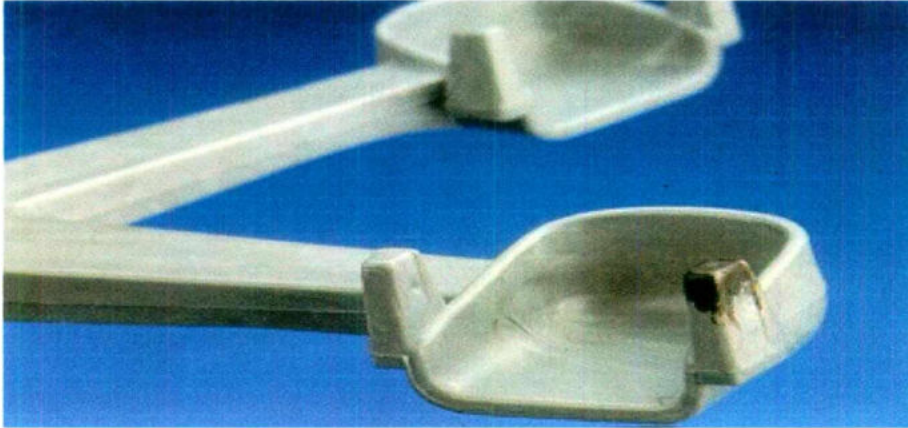
La unión del material afecta visualmente y mecánicamente en las piezas.
En esas zonas el material no está homogéneo (línea o diferencia de color)

Las líneas son particularmente visibles en materiales oscuros o transparentes (partes pulidas). Y existen diferencias de color son particularmente visibles en plásticos con pigmentos de efectos metálicos.



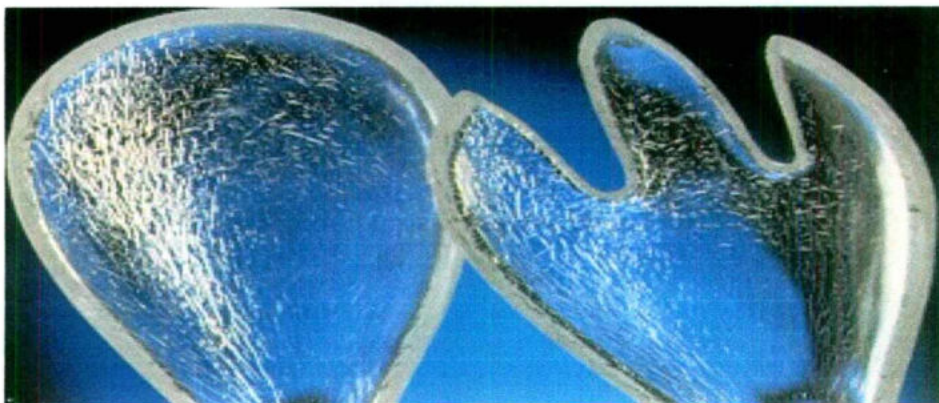
EFFECTO DE DIESEL O QUEMADURAS

En la superficie existen zonas de quemaduras. En ocasiones esas piezas presentan también zonas incompletas. El efecto es lo mismo como el de un motor Diesel. A partir de tanta presión los gases se encienden.



FRACTURAS DE TENSIÓN

Las fracturas son resultado de tensiones tanto internas como externas. Las zonas afectadas presentan una coloración al blanco. Las zonas blancas presentan cientos de fracturas. Estos defectos se pueden presentar después de días, semanas o por más tiempo.



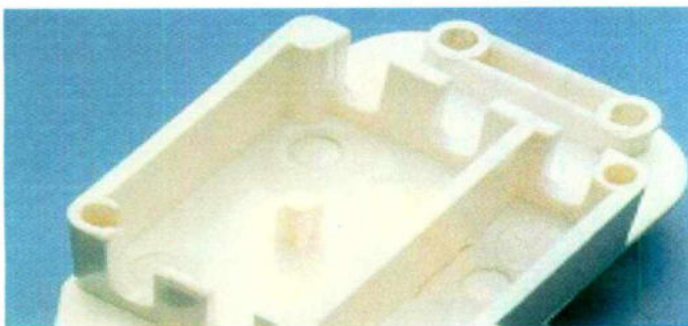
PIEZAS INCOMPLETAS

Esta falla se presenta en muchas ocasiones en zonas lejanas del punto de inyección, en paredes delgadas. También se puede presentar cuando no haya salidas de gases de manera adecuada.



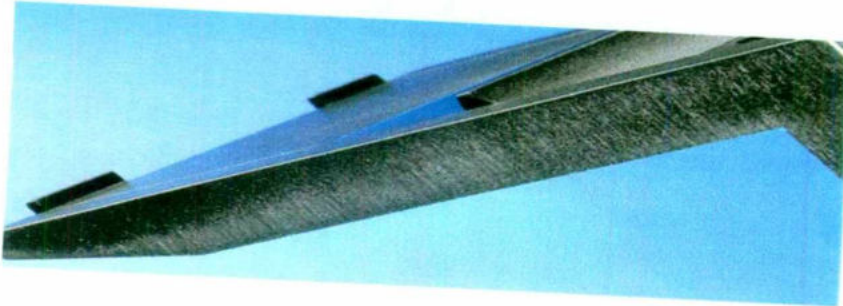
HUELLAS DE BOTADORES

Los botadores más largos o más cortos pueden provocar diferencias en la superficie del lado de botado. Estas variaciones de espesor pueden causar diferencias de brillo así como rechupes en la superficie de la parte moldeada



DEFORMACION POR DESMOLDEO

Dependiendo de la intensidad del defecto se distingue entre rayas de desmoldeo, deformaciones y hasta fracturas. Muy crítico esta cuando no existen un diseño de molde adecuado que permita el fácil desmoldeo de la parte.



PUNTOS OSCUROS

En la superficie parecen pequeños puntos negros. La causa raíz puede ser contaminación de la materia prima y la degradación térmica.



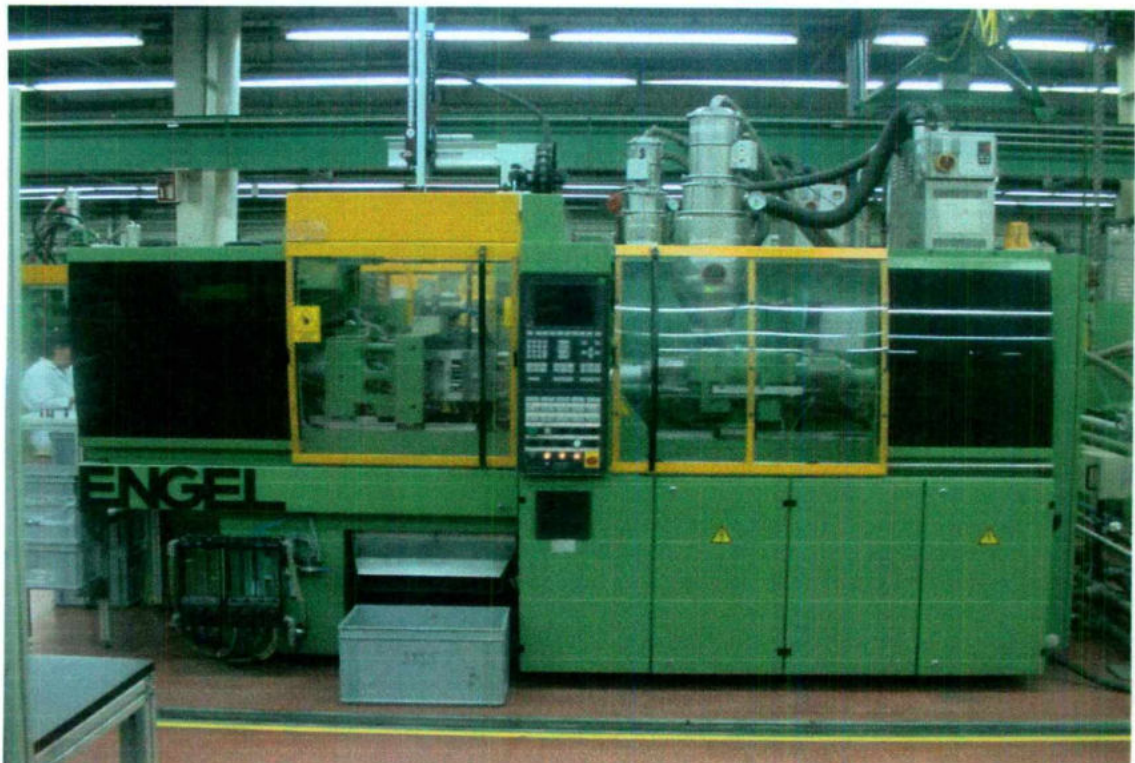
V. PROCESO DE UNA MAQUINA DE INYECCIÓN

PROCESO DE INYECCIÓN

El proceso de inyección es un proceso en el cual se inyecta una resina plástica en un molde para darle una geometría (forma) específica a la misma. En Kostal se aplica este proceso por medio de las máquinas de inyección que a continuación se explicará como es el proceso para desarrollar las distintas piezas automotrices.

MAQUINA DE INYECCIÓN

A continuación se muestra una imagen de una máquina de inyección de Kostal, esta máquina cuenta con diferentes componentes que se explicarán a continuación y como funciona desde la introducción de la materia prima hasta la salida de la pieza ya terminada.



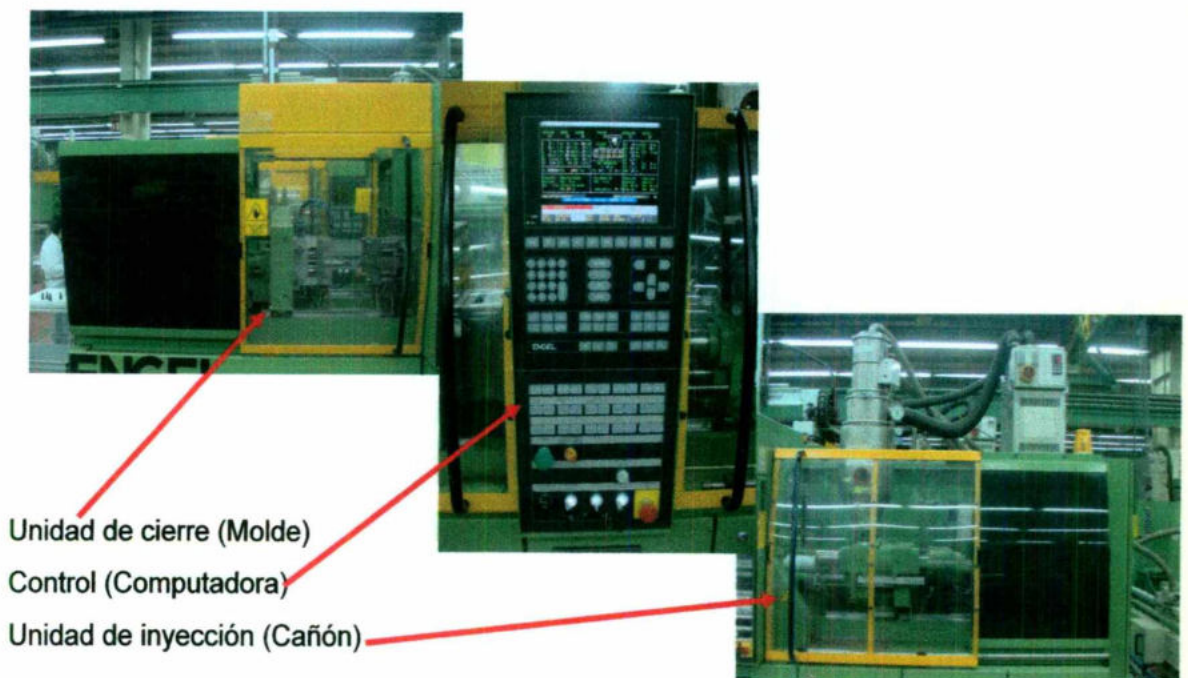
COMPONENTES DE UNA MAQUINA DE INYECCIÓN

Cada uno de los componentes que forman la máquina de inyección son fundamentales para la realización de las piezas.

La unidad de cierre es una medida de seguridad por la cual la máquina no arranca si esta está abierta, esta protege de cualquier circunstancia que este fuera del proceso de inyección.

El control o también computadora es donde se introducen las especificaciones tanto de temperaturas como velocidades de cierre y apertura de molde, así como también diferentes características del material, estas especificaciones se encuentran en una carta de ajuste y es muy importante ya que si no están correctas las piezas pueden salir con diferentes fallas.

La unidad de inyección es por donde se introduce la materia prima hacia el molde para formar la pieza.



RESINA PLÁSTICA

Una resina plástica es un producto químico que se produce a base de los derivados del petróleo. Los plásticos o resinas plásticas se producen en diferentes tipos de procesos y en miles de combinaciones, a las cuales se les dan propiedades físicas como lo son la resistencia a golpes, químicas como lo la resistencia al alcohol y propiedades técnicas como lo son la precisión de las piezas o propiedades mecánicas para poder producir piezas con ciertas funciones. Por lo general se vende en forma de granulado. Esta materia prima cuantas con características especiales para poder formar las distintas piezas.



INYECCIÓN DEL GRANULADO PARA CREAR UNA PIEZA PLÁSTICA

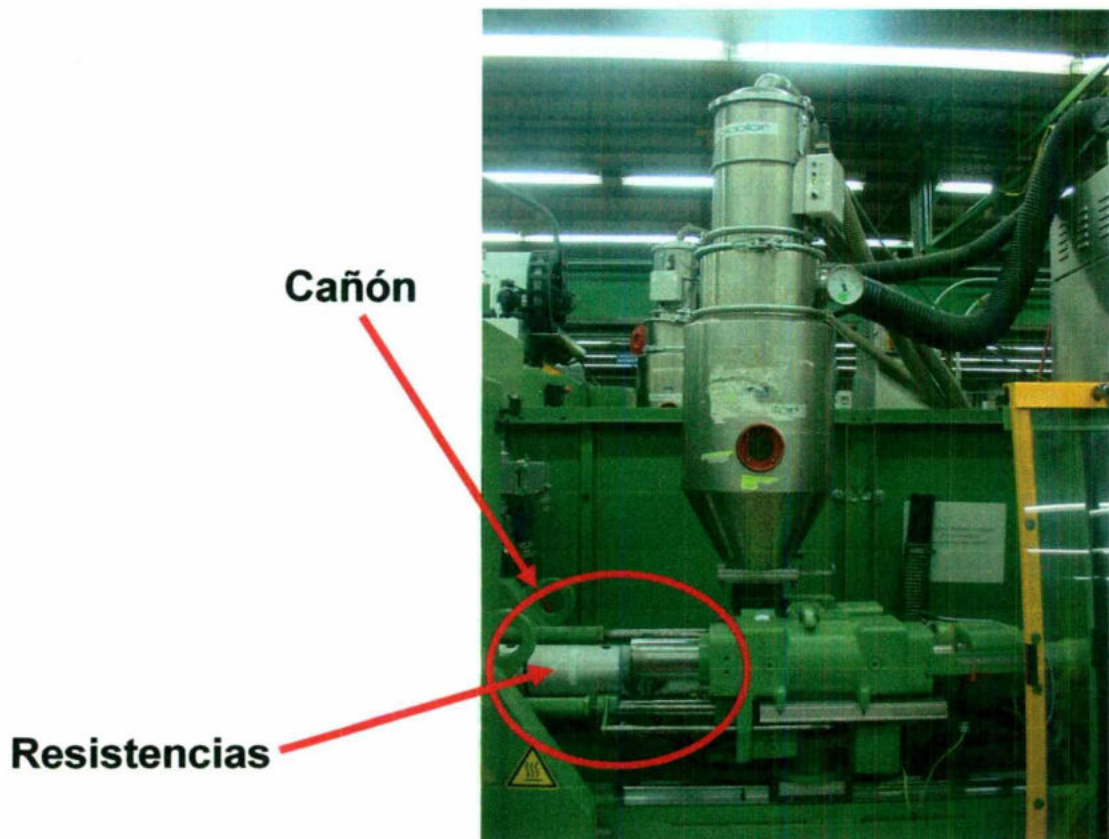
Para transformar un granulado en una pieza plástica es necesario someter al granulado. Esto se hace con los tres ingredientes básicos que son:

- Calor
- Presión
- Tiempo

CALOR

El calor es necesario para “derretir” los pelets (granulado) dentro del cañón.

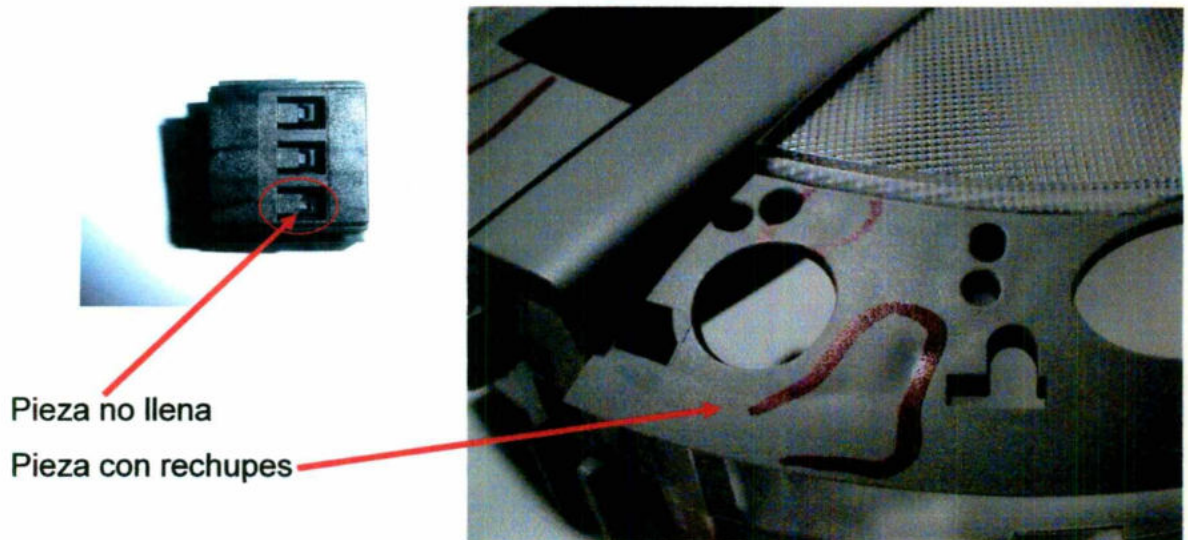
El cañón esta cubierto con resistencias por las cuales pasa corriente eléctrica. Esta hace que se calienten y a su vez estas calientan al cañón a temperaturas de hasta 400°C.



PRESION

Cuando el plástico derretido es inyectado en el molde, una presión de inyección es necesaria para poder "obligar" al plástico que entre en el molde y así obtenga la geometría deseada.

También permite eliminar rechupes en las piezas plásticas. Si la presión no es la correcta las piezas pueden salir con fallas ya antes mencionadas.



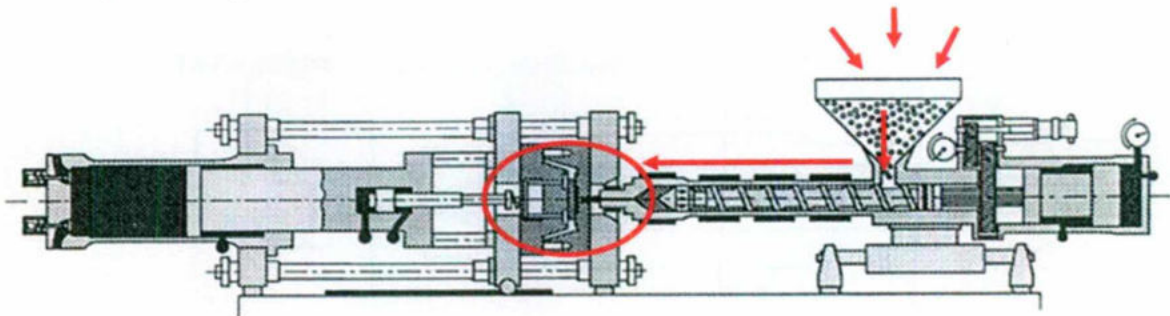
TIEMPO

El tiempo es básicamente necesario para darle al plástico una dureza dentro del molde hasta el momento de expulsión. Después de haber sido expulsada la pieza, esta no debe deformarse y debe mantener su forma para su uso.

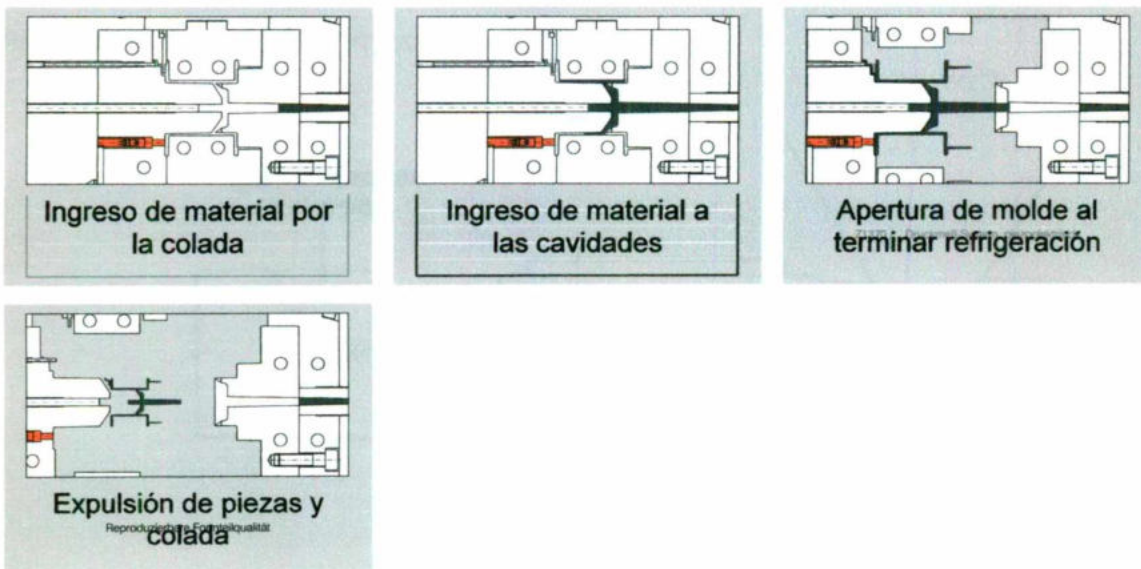
El plástico se comporta en una forma muy parecida a la cera. Cuando se calienta se derrite y no conserva su forma, cuando se enfría conserva la forma de el molde en el que se encuentra.

PROCESO DE UNA MAQUINA DE INYECCIÓN

A través de una tolva se pasa la materia prima hacia el cañon, este ya con la temperatura correcta pasa la materia prima derretida hacia el molde para crear la pieza de plástico.



El plástico ingresa a través de la cavidad formando la colada (repartidor) e ingresando posteriormente a la cavidad que formara la pieza a inyectar. Después de haber pasado el tiempo de refrigeración, la pieza y la colada son expulsadas del molde para iniciar nuevamente un ciclo de inyección.



DURACIÓN DEL CICLO DE INYECCIÓN

El tiempo que tarda un ciclo de inyección, permite establecer el costo y rentabilidad de una producción.

El cierre y apertura del molde consumen el mismo tiempo. La suma de estas etapas es el tiempo de ciclo en vacío, que es una constante de la máquina y la indica el fabricante; de igual manera, el fabricante señala el número máximo de ciclos en vacío por minuto.

El tiempo total del ciclo se compone de el tiempo en vacío (t_v), el tiempo de inyección (t_i), el tiempo de aplicación de la presión de sostenimiento (t_p), el tiempo de plastificación (t_f) y el tiempo de solidificación o enfriamiento (t_s).

Tiempo de inyección(t_i): También se denomina tiempo de llenado del molde, es el tiempo necesario para que el material pase del barril a las cavidades en el molde. Este tiempo puede abarcar entre el 5 y el 30% del tiempo de ciclo total.

Para calcular t_i , se requiere conocer el volumen que puede desplazar la máquina por segundo o sea la velocidad de inyección, que es indicada por el fabricante de la máquina. En algunos casos la velocidad de inyección es indicada en gramos de poliestireno. Para conocer la capacidad de inyección con otro material, se determina así:

$$\text{Velocidad de inyección para otro material (g / s)} = \text{Vel. de iny. PS} * \frac{\text{Densidad otro material}}{\text{Densidad del PS}}$$

t_i se puede estimar así:

$$t_i (s) = \frac{\text{Peso de la(s) pieza(s) (g)}}{\text{Velocidad de inyección (g / s)}}$$

Bown, en *Injection Molding of Plastics components*, McGraw-Hill, UK, 1979, muestra resultados experimentales en los cuales t_i se relaciona con el espesor y otras características geométricas de la pieza y de factores adimensionales dependientes de la temperatura del fundido, de la temperatura del molde y de la temperatura de deflexión bajo carga (HDT).

$$t_i (s) = \frac{(S F_m / F_l)^3}{8 (T_x - T_m / T_c - T_m)^3}$$

Donde:

- S: Espesor de pared mínimo de la pieza (cm)
- F_m: Recorrido máximo del fundido desde la entrada al molde (cm)
- F_l: Relación entre el recorrido de flujo y el espesor de pared para el material a inyectar
- T_x: Temperatura de distorsión bajo carga, HDT, del material (°C)
- T_m: Temperatura del molde (°C)
- T_c: Temperatura del fundido (°C)

Debe observarse que esta relación es deducida suponiendo que el material comienza a solidificarse al entrar en contacto con las paredes de la cavidad del molde, reduciendo así, paulatinamente, el área a través de la cual puede circular el material fundido que va entrando. Por lo cual, si se aumenta la

temperatura del molde mayor será el tiempo de inyección, pues mayor tiempo se requerirá para que el material se solidifique.

Tiempo de presión de sostenimiento(t_p): En esta etapa lo que se busca es compensar la contracción que sufre el material durante la solidificación, para evitar rechupes y distorsiones pronunciadas de la pieza. No existe una manera analítica de estimar este tiempo, por lo que en la práctica lo que se hace es determinar con prueba y error, el t_p adecuado para que el producto salga con la calidad deseada; esto es, sin distorsiones inadmisibles o con las dimensiones dentro de la tolerancia permitida. No se justifica mantener la presión de sostenimiento durante todo el tiempo de solidificación de la pieza pues esto hace aumentar el tiempo de ciclo y el gasto de energía.

Tiempo de solidificación o de enfriamiento (t_s): Este tiempo transcurre entre el final de la aplicación de la presión de sostenimiento y el comienzo de la apertura del molde. En este tiempo se debe asegurar que el material ha solidificado y que al extraer la pieza, no se distorsionará. T_s es el tiempo más largo del ciclo, llegando a alcanzar entre el 50 y el 85% del tiempo total. La siguiente fórmula puede ser utilizada para determinar teóricamente el tiempo de enfriamiento:

$$t_s = \frac{-S^2}{2\pi\phi} \ln \left[\frac{\pi T_x - T_m}{4(T_c - T_m)} \right]$$

Donde:

- t_s : tiempo mínimo de enfriamiento (s)
- S: espesor máximo de la pieza (cm)
- ϕ : difusividad térmica del material (cm^2/s)
- T_x : temperatura a la que se extrae la pieza (comúnmente se usa la temperatura de distorsión bajo carga, HDT, °C)
- T_m : temperatura del molde (°C)
- T_c : temperatura del material fundido (°C)

Debe anotarse que este tiempo es teórico y sólo se utiliza para estimar el tiempo de enfriamiento requerido; por lo que el tiempo real deberá establecerse inyectando la pieza y mirando su calidad.

Pueden presentarse dos tipos de ciclos totales. El primero, en que la etapa de solidificación termina después o al mismo tiempo que la fase de plastificación, por lo que el tiempo total del ciclo (t_t) será:

$$t_t = t_v + t_i + t_s$$

Otro ciclo es en el que la fase de solidificación termina antes que la fase de plastificación, donde el tiempo total será:

$$t_t = t_v + t_i + t_p + t_f$$

DOCUMENTOS PARA MONITOREAR EL PROCESO DE INYECCION

CARTA DE AJUSTE

La carta de ajuste es el documento que contiene las características o especificaciones con las cuales se debe de ajustar la máquina para que la inyección sea completamente satisfactoria.

Contiene lo que son las temperaturas, tanto del cañón así como de las del molde, los diferentes tiempos como por ejemplo el tiempo de refrigeración, el cual es muy importante ya que si no está bien este tiempo la pieza puede salir como diferentes defectos que más adelante se analizaran, la presión con lo que se debe de inyectar la materia prima al molde también esta especificada y es igual de importante ya que implica la misma razón de las temperaturas.

CATALOGO DE FALLA

El catalogo de falla es el otro documento que se encuentra a pie de máquina, este documento es muy importante ya que por medio de este las operadoras de las maquina de inyección pueden apreciar cuales son las fallas más comunes en cada una de las piezas que son inyectadas.

En el siguiente punto se analizara por completo este documento y como es su proceso para que las fallas sean detectada y aparezcan en el catalogo de falla.

CATÀLOGO DE FALLAS				KOSTAL	
Descripción:			Escritor:		
N.de parte:		C.C.	Modelo:	Cavidades:	Fecha:
Falla	Frecuencia de revisión	Descripción como se debe revisar	Serie de falla (Vezes)	Descripción de la falla	
	Cada 30 min.		1		
			2		
			3		
			4		
			5		
			6		
	Cada 30 min.				
	Cada 30 min.				
	Cada 30 min.				

VI. CATALOGOS DE FALLA

Como ya se menciona antes, el catalogo de falla es el documento que ayuda a los operadores a saber donde están las fallas que más comúnmente se presentan en las piezas inyectadas.

COMPONENTES DEL CATALO DE FALLA

CATÀLOGO DE FALLAS				KOSTAL	
1 Descripción: Hebeloberschale		2 Escritor: Enrique Hita Cruz		6	
3 N.de parte: 1040068816 C.C.		4 Molde: 200014637		5 Cavidades: 1	
7 Fecha: 17-abr-08					
8	Falla	Frecuencia de revisión	Descripción como se debe revisar	Serie de falla (Veces)	Descripción de la falla
1		Cada 30 min.	Revisar que la superficie no tenga manchas ó puntos blancos.	1	Superficie con manchas ó puntos blancos.
2				2	Clips deformados ó incompletos.
3				3	Pernos incompletos ó con quemaduras.
4				4	Punto de inyección levantado.
5				5	Contorno con rebaba.
12					
	2	Cada 30 min.	Revisar que los clips no estén deformados ó incompletos.		Clips deformados ó incompletos.
	3	Cada 30 min.	Revisar que los pernos no estén incompletos ó con quemaduras.		Pernos incompletos ó con quemaduras.
	4	Cada 30 min.	Revisar que el punto de inyección no esté levantado.		Punto de inyección levantado.
	5	Cada 30 min.	Revisar que el contorno no tenga rebaba.		Contorno con rebaba.
					
					
					

1. DESCRPCION

Aquí se pone el nombre de la pieza que esta siendo inyectada

2. ESCRITOR

El nombre de la persona que elaboro el catalogo

3. NUMERO DE PARTE

El número de parte de la pieza, está bien en la misma o en la carta de ajuste

4. C.C.

El numero del herramental o molde que se va a utilizar para inyectar la pieza

5. CAVIDADES

Es el número de piezas que son inyectadas por ciclo de apertura y cierre de molde.

6. FECHA

Día en el que se elaboro el catalogo de fecha, esta se va modificando cada vez que el catalogo es actualizado.

7. FALLA

Numero de falla de la pieza que se está inyectando

8. FRECUENCIA DE REVISION

La frecuencia con la que se va a revisar las piezas inyectada, esta es de 30 min, es decir que cada 30 min se van a revisar tres inyecciones seguidas para

revisar que las piezas no tengan ningún defecto dentro de lo que marca el catalogo de falla

9. DESCRIPCION DE CÓMO SE DEBE DE REVISAR

Aquí se da una pequeña descripción de cómo se debe y en que parte se debe de revisar la pieza.

10. SERIE DE LA FALLA

Numero de la falla de la pieza, el orden no significa la importancia de la falla, si no el orden en el que fue detectada.

11. DESCRIPCIÓN DE LA FALLA

Breve descripción de la falla de la pieza que se está inyectando

12. FOTO

La foto de la pieza es muy importante ya que esta indica donde se encuentra la posible falla de la pieza

PROCESO DE ELABORACION DE UN CATALOGO DE FALLA

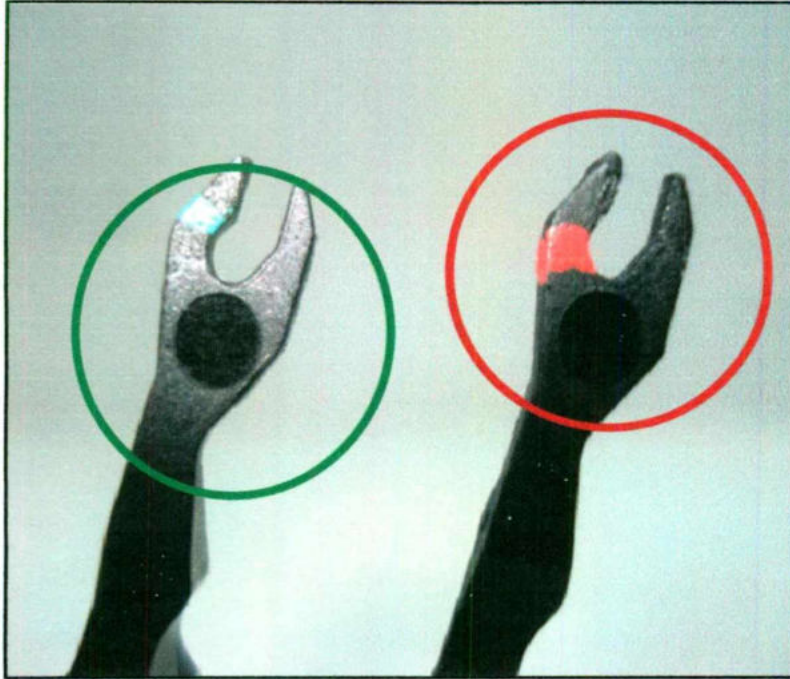
El proceso para elaborar un catalogo de falla es sencillo, existen tres formas de elaborar el catalogo ya que pueden existir situaciones diferentes en la detección de fallas y además de que solo una falla que se llega a presentar frecuentemente puede aparecer dentro del catalogo.

La primera situación es cuando la pieza es nueva y por lo tanto nunca se ha elaborado un catalogo sobre ella, aquí puede ser más complicada la situación ya que no se sabe con exactitud cuáles son las fallas que pueda presentar.

En esta situación se basa en distintas fallas de otras piezas que se asemejan a la pieza nueva, fallas comunes y que más se presentan frecuentemente (más adelante se dará una guía de las distintas fallas que se pueden presentar en una pieza). Además de hacer diferentes consultas con las operadoras y con los montadores para que expresen su opinión y por ultimo junto con el jefe de área se realiza el catalogo agregando las fallas que se consideraron más importantes y ya como se menciona antes, el catalogo es actualizable, se pueden agregar más fallas de ser detectadas lo cual es la mejor ventaja ya que siempre está al día.

Después de haber realizado el proceso anterior se elabora en el formato que ya se mostro antes, sin importar el orden de la fallas y se imprime a color, después se pone a pie de maquina si la pieza se está inyectando en la máquina de inyección o si no se archiva para futuras inyecciones de piezas.

La segunda situación es cuando ya existe una pieza y esta se le es detectada una falla nueva y que incluso se podría convertir en una reclamación del cliente. Esta generalmente el departamento de calidad da aviso de esta falla y me daba la pieza con la falla detectada a la cual se le tomaba la foto y se agrega al catalogo.



Como se puede apreciar en la figura anterior, la pieza la cual es una curvade cambios, la rodeada por el circulo verde es la pieza que esta correctamente inyectada y la que esta rodeada por el circulo rojo tiene una falla la cual denominamos quemadura (guia de defectos superficiales). Esta pieza el departamento de calidad la detecto y como se habia ya presentado en mas de una ocacion se debia agregar al catalogo de falla.

El catalogo de falla como ya lo mencionamos es un documento muy importante ya que este es ilustrativo y se puede apreciar fácilmente las posibles fallas de las piezas, pero no solo es detectarla y sacar esa pieza, también se tiene que hacer una retroalimentación y ver porque se están dando estas fallas, algunas son muy comunes como la rebaba y son fáciles de saber el porque de la misma, pero hay otras que también son descuidos de los mismos montadores o de las operadoras.

El catalogo también nos sirve para hacerle ver a una operadora que piezas se deben de manejar con cuidado como es el ejemplo de la siguiente pieza.

La primera imagen muestra a una operadora agarrando varias piezas al mismo tiempo, esto ocasionaba que ciertas piezas salieran con rayones o raspaduras las cuales es causa de reclamación.



En esta foto ya después de analizar la causa de la falla se dio paso a la solución de la misma, se le capacito a la operadora para que nada más tomara pieza por pieza y esta se colocara en un apartado especial diseñado para evitar ese tipo de fallas



VII. CONCLUSIONES

La inyección de plástico es un tema fascinante, es un proceso muy preciso y exacto ya que al ver las piezas que son inyectadas uno queda sorprendido. Al empezar este proyecto, se tuvo que estudiar cómo se inyecta una pieza y como funciona una maquina de inyección, en ese lapso se puede dar una cuenta de que todos los factores que son necesarios para el proceso son muy importantes, ya que si uno no funciona correctamente el producto terminado que es la pieza puede salir con fallas que afectan a la calidad del producto.

Haciendo un análisis del proceso de inyección es donde encontramos que si las operadoras no visualizaban donde estaba la falla era más probable de que esta no fuera detectada y es ahí donde nace la idea del catalogo de falla.

El desarrollo y a la vez actualización del catalogo de falla fue muy intenso ya que se tenía que analizar no solo el porqué de la falla si no a la vez darle una solución para que esta no se frecuentara tanto.

El catalogo es algo de fácil uso y fácil entendimiento, ya que este es actualizable en tan solo un momento y es fácil también de crear uno porque ya existe lo que es el formato, como se dice no tiene gran ciencia un documento así pero si es de lo más importante.

El catalogo es de gran impacto al detectar piezas con falla ya que se redujo las reclamaciones y dio pie a saber donde estaban las causas de las fallas, es un documento que tuvo mucho impacto en la inyección de piezas.

BIBLIOGRAFÍA

- INFORMACION PROPORCIONADA POR KOSTAL MEXICANA S.A. DE C.V.
ACCESO II NO. 36
FRACCIONAMIENTO INDUSTRIAL BENITO JUÁREZ
76120 QUERÉTARO, QRO.

- BOWN, THE INJECTION MOLDING OF PLASTIC COMPONENTS, MC. GRAW HILL

- BRYCE, DOUGLAS M. *PLASTIC INJECTION MOLDING: MANUFACTURING PROCESS FUNDAMENTALS*. DEARBORN: SOCIETY OF MANUFACTURING ENGINEERS, 1996. [ISBN 0-87263-472-8](#)

- JOHANNABER, FRIEDRICH. *INJECTION MOLDING MACHINES: A USER'S GUIDE*. MÚNICH: HANSER, 1994, 3ª ED. [ISBN 1-56990-169-4](#)

- MORTON-JONES, D.H. *PROCESAMIENTO DE PLÁSTICOS: INYECCIÓN, MOLDEO Y PVC*. MÉXICO: LIMUSA, 1999. [ISBN 968-18-4434-3](#)

- REES, HERBERT. *UNDERSTANDING INJECTION MOLDING TECHNOLOGY*. MÚNICH: HANSER GARDNER, 1994. [ISBN 1-56990-130-9](#)

- SÁNCHEZ VALDÉS, SAÚL; RODRÍGUEZ FERNÁNDEZ, OLIVERIO S.; YÁÑEZ FLORES, ISaura G. *MOLDEO POR INYECCIÓN DE TERMOPLÁSTICOS*. MÉXICO: LIMUSA, 2003. [ISBN 968-18-5581-7](#)