

Diseño de troqueles para sistema de rodaje en contenedores de desechos

Osmel Pérez Acosta

Correo electrónico: opereza@mecanica.cujae.edu.cu
Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae, La Habana, Cuba

Artículo Original

Reinaldo Pérez Sierra

Correo electrónico: opereza@mecanica.cujae.edu.cu
Empresa Provincial de Construcción y Mantenimiento, Mayabeque, Cuba

Tania Rodríguez Moliner

Correo electrónico: tania@mecanica.cujae.edu.cu

Miguel Pérez Sosa

Correo electrónico: migue@mecanica.cujae.edu.cu
Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae, La Habana, Cuba

Resumen

Producto del deterioro que poseen los contenedores de desechos y su implicación en la recogida de los desechos sólidos en las ciudades cubanas, se desarrolla la presente investigación con el fin de realizar el diseño de los troqueles necesarios para la obtención de los componentes del sistema de rodaje de los propios contenedores. Estos sistemas de rodaje permitirán la reparación de innumerables cestos y la revitalización de la fabricación de un cesto 100 % cubano. Para el diseño de dichos troqueles se ha tenido en cuenta la disponibilidad tecnológica con que cuentan las empresas, que efectuarán la fabricación de los mismos. En este trabajo se muestra, específicamente, la obtención de la pieza denominada platillo, enfatizando el diseño del troquel de corte del mismo. Son definidos también los materiales, que se utilizaron en cada uno de los componentes.

Palabras claves: troquel, sistema de rodaje, contenedores de desechos

Recibido: 5 de febrero del 2014 Aprobado: 22 de agosto del 2014

INTRODUCCIÓN

Latas de refresco, bolsas de polietileno, restos de comida, excrementos de animales y escombros, diariamente se desechan en la basura. Deshacerse de esos desechos en una forma ecológica es un gran problema para las autoridades de la isla, no solo por los recursos financieros que se requieren, sino por el aumento en las indisciplinas sociales, lo que hace que los contenedores plásticos posean una vida útil limitada, aumentando así la necesidad y la frecuencia de las importaciones de los mismos. La disminución acelerada de la fabricación de los contenedores cubanos influye también en dicho aumento.

A raíz de esta situación y defendiendo la política del país de sustituir importaciones, se realiza un estudio de los contenedores de desechos importados y de los fabricados

en Cuba. Durante el estudio se observó, que la producción de los contenedores nacionales se encuentra casi descontinuada por los elevados costos de fabricación y el deterioro existente en la línea de producción de los mismos. Como consecuencia se plantean una serie de medidas y mejoras en aras de perfeccionar y modernizar los contenedores cubanos. Entre las mejoras que se proponen, están las relacionadas con el sistema de rodaje. Este sistema consta de un conjunto de piezas para garantizar la rotación de la rueda 360° alrededor del eje vertical y la rueda propiamente dicha; esta última compuesta por la llanta metálica y el suncho de goma (figura 1a). Durante el análisis de dicho conjunto se determinó, que el diseño de este podía ser racionalizado con 7 piezas que contenía el diseño anterior a tan solo 3, garantizando la misma función. Este nuevo

conjunto está compuesto por: el tenedor, el platillo y la pista chiquita (figura 1). Producto de la geometría que poseen estas 3 piezas, la forma de obtención más racional es por estampado en frío a partir de chapas.

El estampado en frío de la chapa es la forma de obtención más racional, ya que constituye uno de los métodos tecnológicos de producción más avanzados. Este método permite: obtener piezas de forma compleja (cuya elaboración con otros métodos es difícil o imposible); crear construcciones resistentes y rígidas de piezas ligeras de poco peso y poco gasto de material y crear piezas intercambiables con bastante precisión de las medidas, sin necesidad del maquinado posterior. Como ventaja adicional se encuentra la posibilidad de emplear, económicamente, el material con desperdicios relativamente pequeños y posee una alta productividad [1-4].

Es por ello que surge la necesidad de obtener diseños de troqueles, que permitan la producción masiva de dichos componentes. Es importante que estos diseños tengan en cuenta la capacidad y disposición tecnológica actual de las empresas cubanas donde serán fabricados. Este último aspecto se convierte en el factor determinante en la mayoría de los casos ante la disyuntiva de: fabricar más herramientas con menores grados de complejidad o fabricar menos herramientas con mayor complejidad, todos con el objetivo de obtener un mismo producto final [3].

Por tales motivos y, luego de un análisis exhaustivo, se determinó que era necesaria la fabricación de 19 troqueles, de ellos 3 para obtener el platillo, 1 para el ensamble del suncho de goma con la llanta y el resto para la obtención de la pista chiquita, la llanta y el tenedor. A pesar de desarrollarse durante la investigación, el diseño y la fabricación del total de los herramientas propuestos, solo se presenta en este artículo la descripción de los herramientas para la obtención del platillo y en particular los cálculos pertinentes al troquel de corte de dicha pieza.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los troqueles son herramientas que se utilizan para la conformación de piezas a partir de una chapa [1]. Estos pueden poseer varias clasificaciones atendiendo a: su fin (troqueles de corte, de repasado, de doblado, de embutido y para el acuñado); al grado de complejidad (simples o complejos) y a la cantidad de operaciones o pasos que poseen (de una sola operación o progresivos). Los troqueles están compuestos en general por: una armazón (bases, bujes y columnas), por punzones, matrices, desprendedores y guías o topes (figura 2) [5-6].

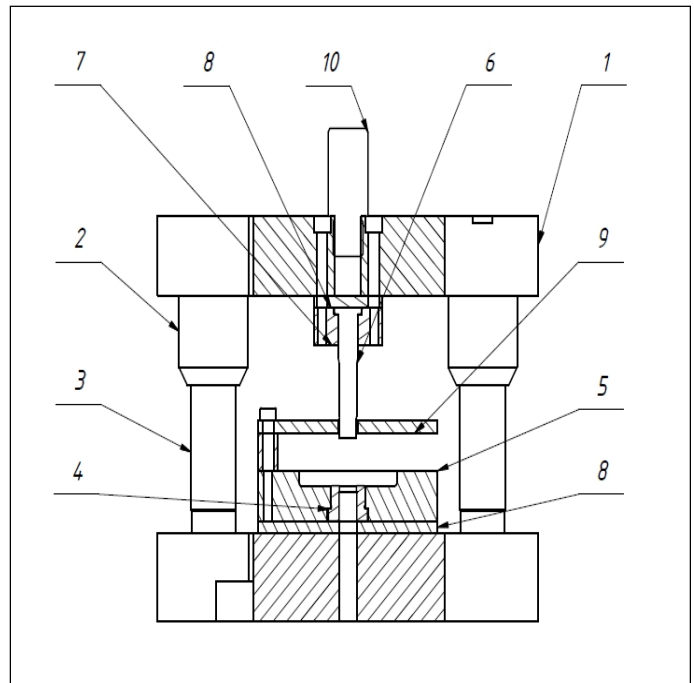


Fig. 2. Partes generales de un troquel: 1-base; 2-buje; 3- columna; 4- matriz; 5-portamatriz; 6-punzón; 7-portapunzón; 8-sufrideras o placas de apoyo; 9-desprendedor y 10-vástago

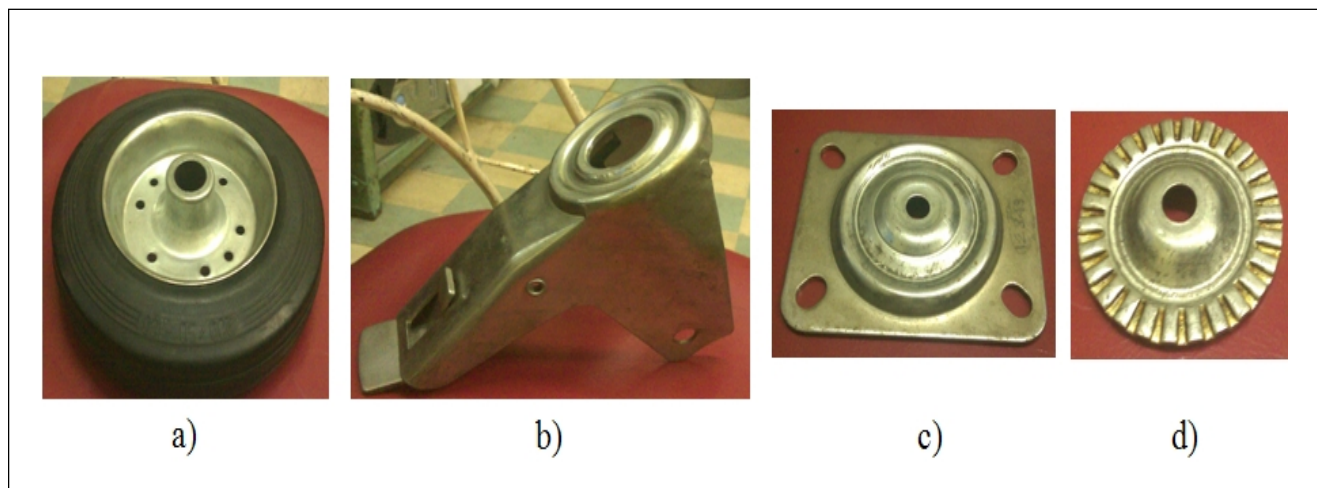


Fig. 1. Conjunto de piezas: a) Rueda; b) Tenedor; c) Platillo; d) Pista chiquita

Definición geométrica del platillo

Los platillos de los sistemas de rodajes de los contenedores de desechos poseen un conformado central y 5 agujeros para garantizar el ensamble con el resto del conjunto y la sujeción al contenedor. El espesor de la pieza es de 3 mm y tiene dimensiones máximas de 110x135 mm (figura 3a). Posee un área a conformar de 8 535,483 mm² y un perímetro de 464,248 mm.

Descripción de los troqueles a fabricar para la obtención del platillo

Teniendo en cuenta la geometría del platillo, los diferentes tipos de troqueles existentes y la capacidad tecnológica que posee el país para la producción de estos herramientas, se determinó fabricar 3 troqueles sencillos, de un solo paso o etapa cada uno.

Troquel de corte: Es alimentado por tiras de 143 mm de ancho cortadas en cizallas. Con este troquel se obtienen los semiproductos rectangulares utilizados para el conformado posterior. Este troquel posee dos guías laterales y un tope fijo para guiar la tira y para regular el avance de la misma respectivamente.

El conjunto superior está formado por la base superior (1), vástago (2), punzón (3), pasadores, tornillos de cabeza embutida y 2 bujes guías (4) (figura 4a y 4c).

El conjunto inferior está formado por la base inferior (5), 2 columnas guías (6), matriz (7), 2 guías laterales (8), un tope fijo (9), desprendedor (10), tornillos de cabeza embutida y pasadores (figura 4b).

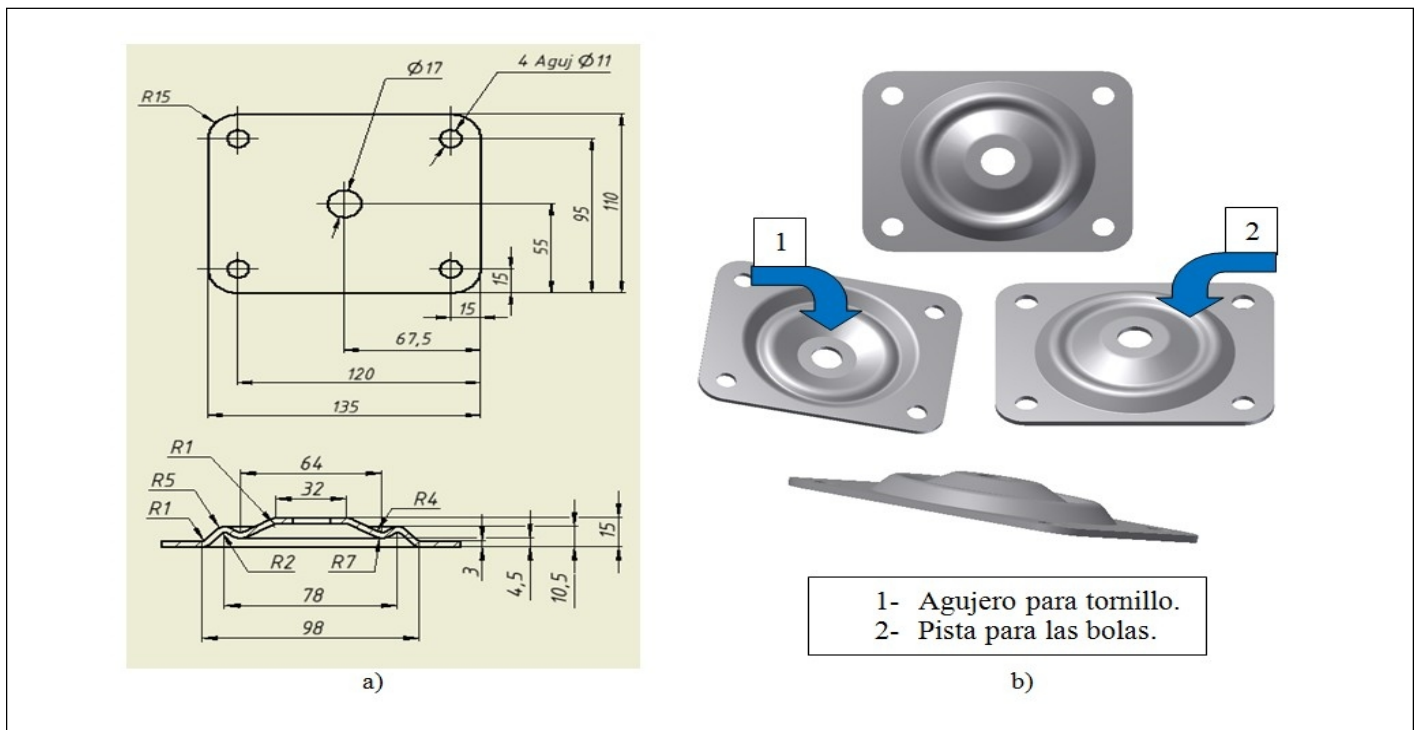


Fig. 3. Geometría del platillo: a) Dimensiones; b) Vistas en 3D

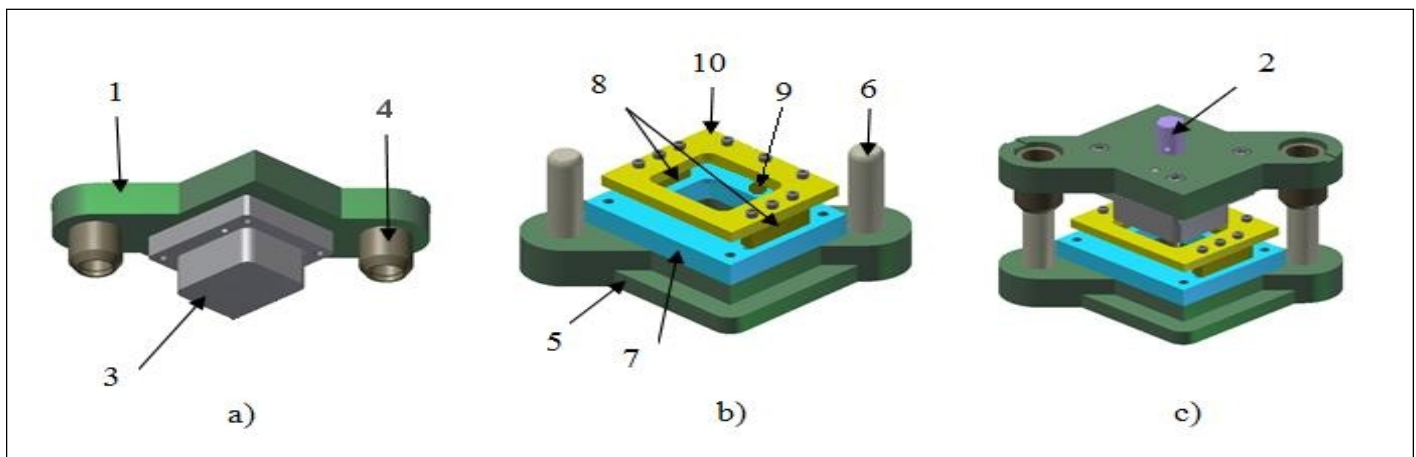


Fig. 4. Troquel de corte: a) Conjunto superior; b) Conjunto inferior; c) Troquel completo

Troquel de conformado: Se alimenta con las piezas obtenidas en el troquel de corte. Para fijar la posición del semiproducto se cuenta con 2 topes; uno lateral y otro trasero.

El conjunto superior está formado por la base superior (1), vástago (2), punzón (3), porta punzón (4), 2 pasadores, 4 tornillos de cabeza embutida y 2 bujes guías(5) (figura 5a).

El conjunto inferior está estructurado por la base inferior (6), matriz (7), portamatriz (8), 2 topes (uno lateral (9) y otro trasero (10)), tornillos de cabeza embutida, pasadores y 2 columnas guías (11) (figura 5b).

Troquel de punzonado: Se alimenta con las piezas que salen del troquel de conformado y se posiciona con 2 topes de igual forma que el anterior. Posee un vaciado central que alberga la protuberancia de la pieza y a su vez la centra para abrir el agujero central lo más concéntrico posible.

El conjunto superior está formado por la base superior (1), vástago (2), 5 punzones (3), 5 portapunzones (4), 5 sufrideras (5), pasadores, tornillos y 2 bujes guías (6) (figura 6a).

El conjunto inferior está constituido por la base inferior (7), 5 matrices (8), portamatriz (9), 2 topes (uno lateral (10) y otro trasero (11)), desprendedor (12), sufridera (13), tornillos de cabeza embutida, pasadores y 2 columnas guías (14) (figura 6b).

Disposición de la figura en la tira

A fin de lograr el máximo aprovechamiento del material se efectúan sencillos cálculos matemáticos y pruebas gráficas, de modo que se pueda definir cuál es la disposición más conveniente para lograr en una menor superficie el mayor número de piezas posible.

En el caso de las piezas cilíndricas y poligonales es factible distribuirlas ordenadamente en varias hileras. Sin embargo, el costo de los troqueles múltiples es más alto que los ordinarios, por eso para la producción de pequeñas series ellos pueden resultar no rentables económicamente. En el caso que se presenta, la fabricación de la pieza se realizará de forma masiva pero producto de las dimensiones de la misma y a las bases con que se cuenta para la fabricación del herramental, no es posible desarrollar un troquel de varias hileras (figura 7) [7-8].

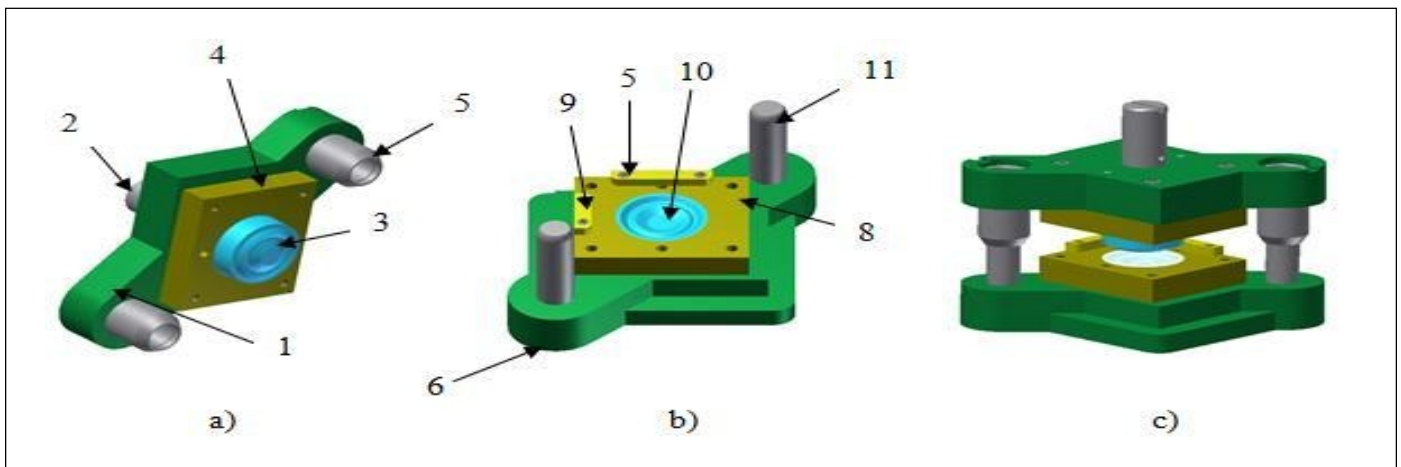


Fig. 5. Troquel de conformado: a) Conjunto superior, b) Conjunto inferior; c) Troquel completo

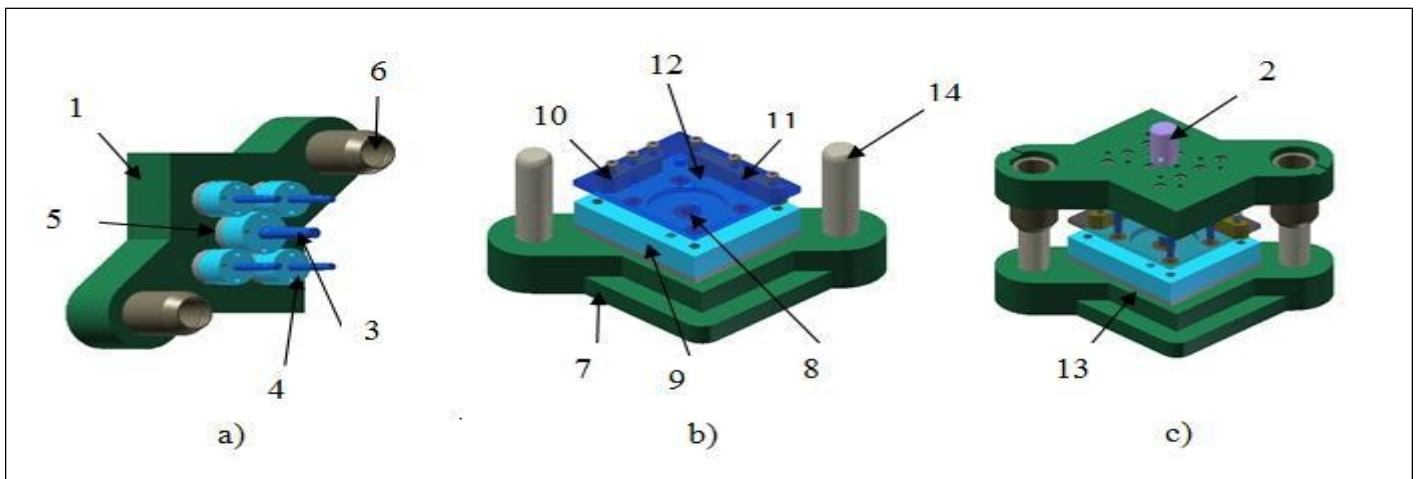


Fig. 6. Troquel de punzonado: a) Conjunto superior; b) Conjunto inferior; c) Troquel completo

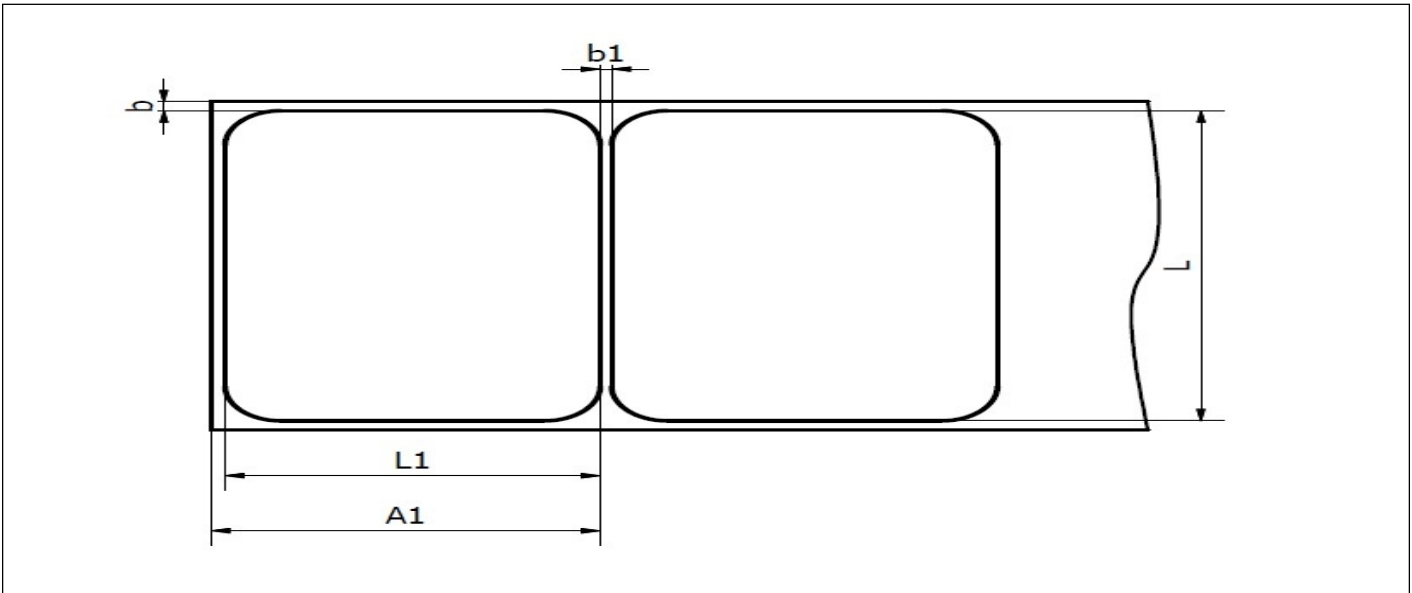


Fig. 7. Disposición de la pieza en la tira (se muestran las variables principales y la forma del punzón de corte)

Tomando como base la figura 7 se realiza una descripción sencilla de la distribución de las piezas en la tira, así como de algunos elementos constructivos presentes.

En esta figura como se puede apreciar se ha distribuido la pieza en una sola hilera. Se muestran además las variables más significativas a tener en cuenta al realizar dicha distribución, las cuales se explican a continuación:

$$A_1 = (L_1 + b_1) \text{ (mm)} \quad (1)$$

donde:

L_1 : Ancho de la pieza (110mm).

L : Largo de la pieza (135mm).

b : Distancia de la pieza al extremo de la banda. Se recomienda que sea mayor de 3,7mm teniendo en cuenta el espesor de la tira (3 mm) y el largo de la pieza (135 mm) [9].

b_1 : Distancia entre piezas. Se recomienda que sea mayor de 3,2mm teniendo en cuenta el espesor de la tira (3mm) y el ancho de la pieza (110 mm) [9].

A_1 : Paso de avance de la cinta.

Esta forma de cálculo de A_1 está dada por el uso del tope fijo, el cual topa inicialmente en el borde de la tira y luego en la arista posterior del agujero, que va quedando en la misma después de efectuado el corte. De esta forma se garantiza el adecuado avance de la tira.

Materiales empleados para la fabricación del troquel

La utilización de los materiales empleados en la fabricación del troquel ha respetado las normas por las cuales se rige el diseño de cada componente del herramental. En el caso de los elementos no normalizados se han tenido en cuenta las recomendaciones de manuales existentes en la empresa y especialistas en el tema, de forma tal, que se garanticen los requerimientos funcionales de las piezas y por consiguiente

el buen desempeño del herramental. Los materiales empleados son:

- Aero 1045 (según norma AISI) en las bases, portamatriz, portapunzones, etcétera.
- Acero 1020 (según norma AISI) en bujes y columnas.
- Goma técnica (70 a 75 SHORE) empleada en los resortes.
- Acero D4 (según norma AISI) empleado en la matriz y los punzones [2,10].

Cálculo de las fuerzas de corte actuantes

Resulta de suma importancia conocer la fuerza necesaria para cortar la pieza que se desea. Esta fuerza permite determinar la carga que se necesita por parte de la prensa, siendo por ello de gran relevancia para la selección de la misma. Para calcular dicha fuerza se emplea para cada corte que se realice la siguiente fórmula [6,11,12]:

$$F_c = l \cdot s \cdot \tau_c \text{ (N)} \quad (2)$$

Siendo:

F_c : Fuerza de corte (N).

l : Perímetro a cortar (mm).

s : Espesor de la chapa (mm).

τ_c : Resistencia al corte (MPa).

Para acero 45 $\tau_c = 520$ MPa

$$l = 2 \cdot (L_1 + L) - 8 \cdot R + 4 \cdot \left(\frac{1}{4} \cdot 2\pi \cdot R \right) \text{ (mm)} \quad (3)$$

Siendo:

R : Radio de redondeo de las esquinas de la pieza. ($R=15$ mm).

Sustituyendo valores en (3) y calculando se obtiene que:

$$l = 464,25 \text{ mm} \quad (4)$$

Empleando (2) se obtiene:

$$F_c = 724\,230 \text{ N} \quad (72,423 \text{ t}) \quad (5)$$

Por tanto, la fuerza total de corte (F_{ct}) es igual a la fuerza de corte calculada, ya que solo se realiza un corte por cada golpe de la prensa y multiplicada por 1,25 asegurará la fuerza que debe brindar la prensa para realizar el corte. Esto garantiza el coeficiente de seguridad recomendado para estos proceso, por lo cual se puede calcular dicha fuerza por la siguiente fórmula:

$$F_{ct} = 1,25 \cdot F_c \quad (N) \quad (6)$$

Sustituyendo en (6) el valor de (5) se obtiene que:

$$F_{ct} = 905,3 \text{ kN} \quad (90,53 \text{ t}) \quad (7)$$

Cálculo de la fuerza de expulsión de la pieza a través de la matriz

$$F_e = F_c \cdot K_e \quad (N) \quad (8)$$

Siendo K_e : Coeficiente que depende del material a troquelar, para el acero es de 0,02 - 0,06 por lo que se asume 0,05 [9]. Sustituyendo en (8) los valores de (5) y de K_e , se obtiene:

$$F_e = 36,2 \text{ kN} \quad (3,620 \text{ t}) \quad (9)$$

Nótese que la fuerza de expulsión de la pieza a través de la matriz se incluye en el cálculo de la fuerza necesaria de la prensa ya que la misma se efectúa en la carrera de trabajo [9,12].

Cálculo de la fuerza de desprendimiento de la tira con los punzones

$$F_d = F_c \cdot K_d \quad (N) \quad (10)$$

Siendo: K_d : Coeficiente que depende del material a troquelar, para el acero es de 0,03 - 0,05 por lo que se asume 0,04 [9]. Sustituyendo en (10) los valores de (5) y de K_d se obtiene:

$$F_d = 28,97 \text{ kN} \quad (2,897 \text{ t}) \quad (11)$$

Esta fuerza se emplea para el cálculo de los tornillos en la sujeción del desprendedor. Estos tienen que ser capaces de resistir ante la acción de la fuerza de desprendimiento que surge al extraer el punzón de la tira, una vez efectuado

el corte. Dicha fuerza no se incluye en el cálculo de la fuerza necesaria ya que surge en la carrera de retorno y no en la de trabajo [9], [12].

Cálculo de la fuerza necesaria de la prensa (F_n) [9]

$$F_n = F_{ct} + F_e \quad (N) \quad (12)$$

Sustituyendo (6) y (9) en (12) se obtiene:

$$F_n = 941,5 \text{ kN} \quad (94,415 \text{ t}) \quad (13)$$

Juego entre los punzones y la matriz (z)

La holgura entre el punzón y la matriz (figura 8) es uno de los parámetros principales en la determinación de la forma y la calidad del borde cortado. Al aumentar la holgura, el borde cortado se vuelve más burdo y se agranda la zona de deformación. La selección de la holgura depende principalmente del material a troquelar y de su espesor [3, 9, 13].

Para el caso que se presenta, con un espesor de 3mm y de acero 1 045, la holgura recomendada es:

$$z = 0,060 \text{ mm}$$

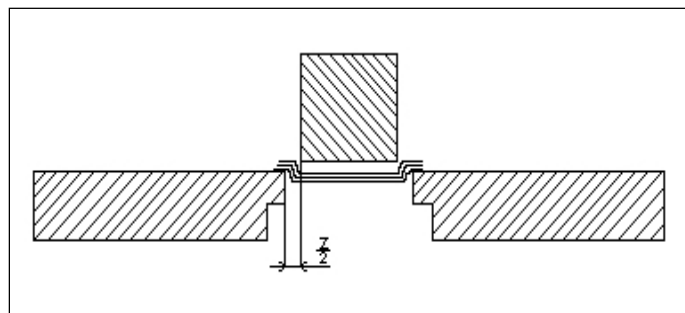


Fig. 8. Holgura entre punzón y matriz

Puesta en marcha del troquel

Para efectuar la puesta en marcha es necesario destacar que la altura cerrada de la armazón, que se diseñó, es de 280 mm y que la carrera del herramental es de 30 mm; estos datos fueron calculados sobre la base del empleo de una prensa LERN100, que es la disponible actualmente para asumir la producción del platillo. A pesar de ello, este troquel puede ser montado en cualquier otra prensa, que posea una carga de 1 000 kN (100 t) o superior y que garantice su funcionamiento dentro de los parámetros de diseños expuestos (figura 9). Deben lubricarse además los bujes y las columnas, así como la cinta de material, esta última para aumentar la vida útil del punzón y la matriz [4,14].

RESULTADOS

Mediante la investigación se completó el diseño y los troqueles necesarios para obtener el sistema de rodaje de los contenedores de desechos. Dentro del marco de este trabajo se obtuvo el diseño y la posterior fabricación de los

troqueles para la elaboración de platillos. Se presenta de forma sencilla la metodología a seguir para el diseño de troqueles. La fabricación de estos herramientas permiten, además, la sustitución de importaciones y representan para el país un ahorro significativo.

Se demuestra además, la necesidad en Cuba de estimular el desarrollo de este tipo de herramientas. La obtención de este sistema de rodaje completa las partes necesarias para la revitalización de la elaboración de un cesto 100 % cubano.

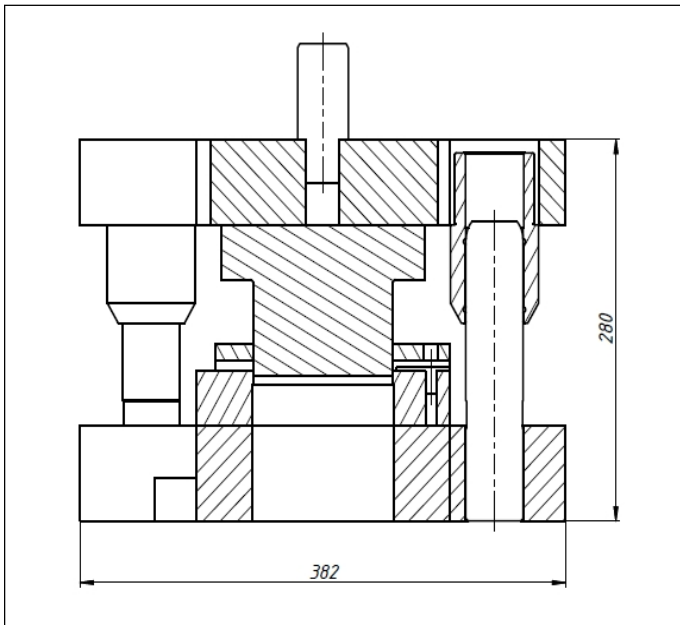


Fig. 9. Vista del troquel

DISCUSIÓN

Con la obtención del sistema de rodaje de los contenedores de desechos se retoma con fuerza la fabricación de troqueles en Cuba. Se fabrican nuevamente en el país cestos para desechos sólidos, de suma importancia para dar solución al estado actual, que presenta la recogida de los mismos en las ciudades cubanas. Este es, además, el primer sistema de rodaje que se diseña y se fabrica dentro de lo que promete ser una futura empresa de producción de este tipo de piezas. El mismo sirve de base para el diseño de futuros sistemas de rodaje (para camillas, estantes y otras muchas aplicaciones). El elevado número de herramientas es una de las limitaciones importantes de la investigación, este aspecto es de suma importancia para diseños futuros, ya que de ponerse en marcha máquinas-herramienta de control numérico que están en reparación y ante la compra de nuevas prensas, el número de troqueles pudiera disminuirse considerablemente. Con estos posibles rediseños, los costos de fabricación pudieran ser reducidos también. Durante esta investigación no se abarcó el estudio del sistema de rodaje con freno, por lo que se recomienda el desarrollo de un sistema que posea dicha aplicación.

CONCLUSIONES

Se diseñaron los troqueles para la obtención del platillo, perteneciente al sistema de rodaje de los contenedores de desechos, teniendo en cuenta la capacidad y disposición tecnológica actual de las empresas cubanas donde serían fabricados. Se completó el diseño y la fabricación del resto de los herramientas, que se necesitaban para obtener el conjunto completo. Se demostró además, que es factible económica y técnicamente la elaboración en Cuba de este tipo de herramientas. Se consiguió la recuperación de gran cantidad de contenedores que presentaba el sistema de rodaje en mal estado o que simplemente no lo poseía. Con el desarrollo de este trabajo se puso en marcha nuevamente la fabricación de contenedores totalmente cubanos, sumamente necesarios para la recogida de desechos sólidos en el país.

RECONOCIMIENTOS

Los autores desean agradecer a los trabajadores de la Empresa de Servicios Asociados al Envase (ESAE) y a la directiva de la Empresa de Envases Occidentales NOVALUM por el apoyo brindado y por llevar a cabo la fabricación y puesta en marcha de los diseños propuestos. Las entidades antes mencionadas han permitido aplicar los resultados de esta investigación y con ello mejorar la situación sanitaria del país.

REFERENCIAS

1. **KARBASIAN, H.; TEKKAYA, A. E.** "A review on hot stamping". *Journal of Materials Processing Technology*, 2010, vol. 210, pp. 2103-2118. Disponible en Web: <http://www.elsevier.com/locate/jmpt> [consultado en octubre 2013].
2. **ROMANOVSKY, B.P.** *Manual de estampado en frío de la chapa*. Leningrado: Editora Machinostroenie, 1971.
3. **KALPAKJIAN, Serope; SCHMID, Steven R.** *Manufactura, ingeniería y tecnología*. México: Editorial Pearson Educación. Quinta Edición, 2008. 700 pp. ISBN: 970-26-1026-5.
4. **MARIN VILLAR, Camilo.** "Troqueles y Troquelado para la producción de grandes series de piezas". Disponible en Web: <http://www.metactual.com/revista/12/procesostroquelado.pdf> [consultado en octubre 2012].
5. **KUMAR, S.; SINGH, R.** "An intelligent system for selection of materials for press tool components". *Journal of Engineering Research and Studies*, 2011, vol. II, April-June, pp.119-130. E-ISSN0976-7916. Disponible en Web: <http://www.technicaljournalonline.com/jers/VOL%20II/JERS%20VOL%20II%20ISSUE%20I%20APRIL%20JUNE%202011/ARTICLE%2024%20JERS%20VOL%20II%20ISSUE%20I%20APRIL%20JUNE%202011.pdf> [consultado en octubre 2013].
6. **FADÓN SALAZAR, Fernando; CERÓN HOYOS, José E.; VALENCIA FERNÁNDEZ, David.** "Diseño de troqueles de estampación mediante modelado sólido". Disponible en Web: <http://www.ingegraf.es/XVIII/PDF/Comunicacion17072.pdf> [consultado en octubre 2012].

7. **ROSSI, Mario.** *Estampado en frío de la chapa*. España: Editorial Dossat, SA, 1978, 734 pp. ISBN:13- 978-842-3703-845.
8. **MALLO GALLARDO, Manuel.** *Herramientas de Conformar*. Cuba: Editorial Pueblo y Educación, 1999, 375 pp. ISBN: 978-959-13-0353-0.
9. **MANSITO, Julio.** *Cálculo y diseño de troqueles. Corte y doblado*. Fábrica Instrumental Miguel Saavedra, 1977.
10. **GULIÁEV, A.P.** *Metalografía*. Tomo 2. Moscú. Unión Soviética: Editorial Mir, 1983, 295 pp. ISBN: 968 -7529-36-9.
11. **LIN, Zone Ching; CHEN, Chang Cheng.** "The application of the moment equilibrium model to the offset of pressure center of trimming progressive die in IC packaging machine". *Journal of Materials Processing Technology*. 2003, vol. 140, núm. 1, pp.653-661.
12. **DE KONINCK, J.** *Manual del técnico matricero*. Barcelona: Editorial Montesó, 1977, 172 pp. ISBN: 8471861445, 9788471861443.
13. **SUNG, Bo Sim; SUNG, Taeg Lee; CHAN, Ho Jang.** "A study on the development of center carrier type progressive die for U-bending part process". *Journal of Materials Processing Technology*. 2004, vol. 153-154, pp.1005-1010.
14. **PÉREZ ACOSTA, Osmel.** "Diseño e itinerario tecnológico de la fabricación del troquel destinado a la obtención de arandelas para la Bota Coloso". Tutora: Tania Rodríguez Moliner. Tesis de Grado, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, La Habana, Cuba, 2012.

AUTORES

Osmel Pérez Acosta

Ingeniero Mecánico, Instructor, Departamento de Tecnología de Construcción de Maquinaria, Facultad de Ingeniería Mecánica, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae, La Habana, Cuba

Reinaldo Pérez Sierra

Ingeniero Mecánico, Empresa Provincial de Construcción y Mantenimiento, Mayabeque, Cuba

Tania Rodríguez Moliner

Ingeniera Mecánica, Doctora en Ciencias Técnicas, Profesora Titular, Departamento de Tecnología de Construcción de Maquinaria, Facultad de Ingeniería Mecánica, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae, La Habana, Cuba

Miguel Pérez Sosa

Ingeniero Mecánico, Profesor Asistente, Departamento de Tecnología de Construcción de Maquinaria, Facultad de Ingeniería Mecánica, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae, La Habana, Cuba

Die Design for Running System of Waste Containers

Abstract

Product deterioration possessing waste containers and their involvement in the collection of solid waste in Cuban cities, the present research is developed in order to make the design of the dies necessary for obtaining system components running of the containers themselves. These systems allow shooting baskets countless repair and revitalization of manufacturing a basket 100 % Cuban. For the design of these dies are taken in account the availability of technology. In this paper, specifically, describes the production of the piece called saucer, emphasizing the design of the die cutting thereof. These are also given the materials used in each of the components.

Key words: die, shoot system, waste containers