



UNIVERSIDAD SIMÓN BOLÍVAR
Departamento de Mecánica

PROCESOS DE FABRICACIÓN I
GUÍA DE LABORATORIO

Julio 2003

INTRODUCCIÓN

La presente guía de laboratorio reúne las cuatro prácticas que contempla el programa del curso Procesos de Fabricación I, MC 3611, en su contenido práctico.

Con esta guía se pretende que el estudiante tenga la orientación necesaria para el desarrollo del trabajo práctico que debe realizar en el laboratorio, así como la indicación de la bibliografía que puede utilizar para ampliar la información que requiera.

Cada una de las prácticas contiene los objetivos respectivos, los materiales y equipos que se van a utilizar, el desarrollo experimental a seguir y los puntos que se deben desarrollar en el informe de laboratorio correspondiente.

Para el aprovechamiento integral de las actividades planificadas en esta guía es necesario que el estudiante haya visto con anterioridad, en el curso, la teoría correspondiente.

Adicionalmente, esta guía incluye un formato que reúne los aspectos fundamentales que se deben tomar en cuenta para la presentación de informes de laboratorio. Es conveniente destacar la importancia del *razonamiento lógico en la discusión de los resultados, las conclusiones basadas en los resultados de la práctica que involucren los objetivos planteados, y el formato en la correcta estructuración del informe.*

*Profesores
Gustavo González, Mary Torres y Verónica Di Graci.*

FORMATO PARA LA ELABORACIÓN DE INFORMES

Todo informe de laboratorio debe considerar y desarrollar los siguientes aspectos básicos:

1. Portada.

Incluye la identificación del informe, la del autor o autores y la de la Institución.

2. Introducción

Incluye una breve reseña de la importancia del tema tratado en el curso: aplicación práctica de la teoría vista, proyección a nivel industrial, enlace con otras prácticas (pasadas y futuras). Otros puntos que puedan ser de interés para la justificación del tema, deben ser considerados.

3. Objetivos

Es conveniente expresar los objetivos como ideas cortas, pero precisas y específicas acerca del *fin* que se persigue con la realización de la práctica. Se deben identificar los materiales de trabajo e indicar las condiciones de los mismos, así como especificar las variables o parámetros de trabajo. No deben contener explicaciones ni detalles de actividades.

4. Marco Teórico

Debe contener información básica y concisa acerca del tema, metodología y aquellos tópicos involucrados en la realización de la práctica.

5. Desarrollo Experimental. Materiales y Equipos utilizados.

Incluye los materiales, equipos y pasos necesarios para la realización de la práctica. Se debe indicar la metodología empleada y especificar las herramientas a utilizar en el procesamiento de los datos para la obtención de los resultados.

6. Resultados y Discusión

Es conveniente utilizar una narración armónica y coordinada de las ideas para la presentación de los resultados, alternada con los resultados mismos y con la discusión. Una de las herramientas más comunes para organizar los resultados, cuando hay mucha información obtenida bajo condiciones diferentes, son las tablas. Las gráficas son, por excelencia, la mejor herramienta cuando se desean obtener tendencias, observar comportamientos y visualizar mejor la información obtenida en condiciones diferentes. Por otro lado, las fotografías constituyen un medio visual fidedigno cuando se desea mostrar la realidad. Cualquiera de estas herramientas es útil y debe considerarse a la hora de presentar los resultados.

Es importante observar ciertas normas en la presentación de las mencionadas herramientas. Todas las tablas, gráficas y figuras deben llevar una identificación precedida de un número: las tablas en su parte superior, y las gráficas y figuras en su parte inferior. Todas las tablas, gráficas y figuras deben ser referidas en el texto y éstas deben colocarse inmediatamente después de ser mencionadas o en la página siguiente. Cuando no es muy relevante para la discusión se pueden colocar en los anexos, en cuyo caso la referencia en el texto debe indicarlo. Estas normas son válidas cuando se emplean tablas, gráficas y/o figuras en cualquier otra parte del informe.

7. Conclusiones

Las conclusiones son ideas, expresadas en oraciones cortas y precisas, que resumen los acontecimientos más importantes y relevantes *obtenidos en la práctica*. Deben haber sido discutidas en el apartado anterior y por tal razón, aquí *no deben ser explicadas, detalladas ni justificas*.

8. Recomendaciones

9. Bibliografía

PRÁCTICA 1

FUNDICIÓN EN ARENAS

OBJETIVOS

General

Que el estudiante se familiarice con el proceso de obtención de piezas fundidas empleando la técnica de moldeo en arena verde.

Específicos

1. Que el estudiante adquiera las destrezas básicas necesarias para la realización de una caja de moldeo en arena.
2. Que el estudiante sea capaz de identificar las características macroscópicas y los defectos superficiales más comunes que se distinguen en una pieza fundida.

MATERIALES

Arena de fundición y chatarra de aluminio.

EQUIPOS

1. Horno de crisol
2. Modelos
3. Cajas y tablas de moldeo
4. Herramientas de moldeo

DESARROLLO EXPERIMENTAL

1. Realizar la caja de moldeo de un modelo previamente seleccionado empleando arena de moldeo. La caja de moldeo debe incluir el sistema de alimentación mínimo requerido.
2. Realizar la colada del aluminio en la caja de moldeo obtenida.
3. Desmoldar y limpiar la pieza fundida.
4. Inspección macroscópica de la pieza.

Importante. Después de terminar las actividades conducentes a la elaboración de la caja de moldeo, debe contribuir a la limpieza y orden del lugar y herramientas de trabajo.

INFORME

El informe se debe realizar siguiendo y respetando el formato presentado al principio de esta guía, y debe contener los siguientes puntos:

1. Los pasos realizados para llevar a cabo el proceso de moldeo y colada de su pieza, empleando esquemas y dibujos.
2. Las características macroscópicas y los defectos externos presentes en su pieza. Ubicar e identificar en la pieza los defectos, indicar las características y explicar las posibles causas. Emplear dibujos esquemáticos y/o fotografías. Hacer recomendaciones que disminuyan o eviten la presencia de los defectos y mejoren las características obtenidas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Blanco, Oswaldo. Procesos de Fabricación. Conceptos Básicos.
2. Kalpakjian, Serope y Schmid, Steven. "Manufactura, Ingeniería y Tecnología". Prentice Hall. 2002.
3. Datsko, Joseph. "Materials Properties and Manufacturing Processes". John Wiley.
4. Groover, Mikell. "Fundamentos de Manufactura Moderna. Materiales, Procesos y Sistemas" Prentice Hall.
5. Doyle, Keyser y otros. "Procesos y Materiales de Manufactura para Ingenieros. Prentice Hall. 1988

PRÁCTICA 2 ENSAYO DE TRACCIÓN

OBJETIVOS

General

Que el estudiante se familiarice con el proceso de obtención de las propiedades mecánicas de metales ferrosos y no ferrosos, empleando el ensayo de tensión.

Específicos

1. Que el estudiante adquiera destrezas en la obtención de las resistencias a la fluencia, máxima y de fractura, del acero 1020, del latón y del aluminio en estado recocido, y del acero 1020 trabajado en frío mediante tensión simple, a partir del ensayo de tracción.
2. Que el estudiante adquiera destrezas en la obtención del esfuerzo y la deformación verdaderos a fractura, y los porcentajes de elongación y reducción de área, para el acero 1020, el latón y el aluminio en estado recocido, y el acero 1020 trabajado en frío mediante tensión simple, a partir del ensayo de tracción.
3. Que el estudiante adquiera destrezas en la obtención de las ecuaciones de endurecimiento de Hollomon para el acero 1020 y el latón, ambos en estado recocido, a partir del ensayo de tracción.
4. Que el estudiante adquiera destrezas en el cálculo de las resistencias a la fluencia y máxima del acero 1020 trabajado en frío mediante tensión, empleando la ecuación de Hollomon del material recocido.
5. Que el estudiante observe la influencia del trabajo en frío en las propiedades mecánicas determinadas del acero 1020.
6. Que el estudiante observe la diferencia entre las propiedades mecánicas del acero 1020 y las del latón y aluminio, en estado recocido.

MATERIALES

Tres probetas de tracción: una de acero 1020 recocido, una de latón recocido y una de aluminio recocido.

EQUIPOS

1. Máquina universal de ensayos de tracción de 25 toneladas de capacidad.
2. Vernier

3. Marcador y/o rayador
4. Un disquete (se debe traer uno por equipo el día de la práctica)

DESARROLLO EXPERIMENTAL

1. Ensayo de tracción de la probeta de acero 1020-0 haciendo varias paradas, sin descarga, hasta carga máxima para medir diámetros instantáneos, y dos con descarga: una después de fluencia y otra después de carga máxima.
2. Ensayo de tracción de la probeta de latón recocido, haciendo varias paradas, sin descarga, para medir diámetros instantáneos.
3. Ensayo de tracción de la probeta de aluminio recocido en forma continua.

Notas

1. Inspeccione cada una de las probetas de tracción asegurándose que estén limpias, libres de cascarilla de óxido (las recocidas) y que la longitud de prueba no tenga entalladuras. Utilice papel abrasivo de grano fino para mejorar la superficie.
2. Con un marcador de metal realice marcas horizontales, no muy profundas, para fijar la longitud de prueba. La separación de ambas marcas debe ser lo mas grande posible sin abarcar los radios de curvatura que separan la longitud de prueba de la probeta de sus extremos.
3. Mida y registre el diámetro y la longitud, inicial y final, de todas las probetas ensayadas.
4. Traiga un disquete para guardar los datos de la práctica. Los mismos serán indispensables para la realización del informe.
5. Debe guardar las probetas ensayadas para la práctica de dureza debidamente identificadas. *Usted debe responder por la custodia de las mismas y, por lo tanto, es el garante de la realización de la próxima práctica.*

INFORME

El informe se debe realizar siguiendo y respetando el formato presentado al principio de esta guía, y debe contener los aspectos que se mencionan a continuación.

A. Las siguientes propiedades para cada una de las probetas traccionadas:

1. La resistencia a la fluencia, S_y . En caso de ser necesario puede emplear la convención del 0,2% de deformación.
2. La resistencia máxima a la tracción, S_u .
3. La resistencia y el esfuerzo de fractura, S_{fr} y σ_{fr} respectivamente.
4. El porcentaje de elongación, %El.
5. El porcentaje de reducción de área, Ar.
6. La deformación verdadera a fractura, ϵ_{fr} .
7. Elabore un cuadro comparativo con los nombres de los materiales ensayados y sus propiedades.

B. Para la probeta de acero 1020 y para el latón, determine:

1. Los gráficos de Esfuerzo verdadero vs. Deformación verdadera, para ambos materiales.

- Determine la ecuación de endurecimiento de Hollomon para cada caso. Emplee el método del 1 % de error para estimar el coeficiente de endurecimiento por deformación, σ_0 y m .

C. Adicionalmente para la probeta de acero 1020, determine:

- Los porcentajes de trabajo en frío de la probeta deformada antes y después de carga máxima y, empleando la ecuación de Hollomon del acero 1020 recocido, calcule las resistencias, tanto a fluencia como máxima, para los mismos casos. Compare con los valores experimentales.

Nota

Es importante que conserve los resultados de esta práctica porque los necesitará para la discusión de resultados de la práctica de dureza.

BIBLIOGRAFÍA

- Datsko, Joseph. "Materials Properties and Manufacturing Processes". John Wiley.
- Blanco, Oswaldo. Procesos de Fabricación. Conceptos Básicos.
- Kalpakjian, Serope y Schmid, Steven. "Manufactura, Ingeniería y Tecnología". Prentice Hall. 2002.
- Dieter, E. "Metalurgia Mecánica". Mc Graw-Hill.
- Rowe, Geoffrey. "Principles of Industrial Metalworking Processes". Edward Arnold.

MÉTODO DEL 1%

Este método consiste en obtener que la desviación del valor calculado de resistencia máxima a la tracción, del material en estado recocido, $S_{u0 \text{ calc.}}$, con respecto al valor experimental, $S_{u0 \text{ exp.}}$, no sea mayor que 1%, de acuerdo con:

$$\left(\frac{S_{u0 \text{ exp.}} - S_{u0 \text{ calc.}}}{S_{u0 \text{ exp.}}} \right) \times 100 \leq 1\% \quad 1.$$

Los valores de σ_0 y m empleados para el cálculo de $S_{u0 \text{ calc.}}$ de acuerdo a la ecuación 2, se obtienen a través de ajustes que empleen el método de mínimos cuadrados o análogos.

$$S_{u0 \text{ calc.}} = \sigma_0 \left(\frac{m}{e} \right)^m \quad 2.$$

El valor experimental $S_{u0 \text{ exp.}}$ se obtiene a partir de los datos obtenidos de un ensayo de tensión del material recocido, de acuerdo a la ecuación 3.

$$S_{u0 \text{ exp.}} = \frac{L_{u0}}{A_0} \quad 3.$$

Cuando se aplica la ecuación 1 a los valores de resistencia máxima y se obtiene un valor superior al 1%, se debe recalcular el valor de σ_0 dejando m fijo, igualando la ecuación 1 a 1%. Así:

$$S_{u0 \text{ exp.}} - S_{u0 \text{ calc.}} = S_{u0 \text{ exp.}} \times 0,01 \Rightarrow S_{u0 \text{ calc.}} = S_{u0 \text{ exp.}} \times 0,99 \Rightarrow$$

$$\sigma_0 \left(\frac{m}{e} \right)^m = S_{u0 \text{ exp.}} \times 0,99 \Rightarrow$$

$$\sigma_0 = \frac{S_{u0 \text{ exp.}}}{\left(\frac{m}{e} \right)^m} \times 0,99$$

Por el contrario, cuando se aplica la ecuación 1 a los valores de resistencia máxima y se obtiene un valor inferior al 1%, se dejan los valores calculados de σ_0 y m .

PRÁCTICA 3

ENSAYO DE DUREZA

OBJETIVOS

General

Que el estudiante se familiarice con el proceso de obtención de la dureza de metales ferrosos y no ferrosos, empleando las escalas Rockwell y Brinell; así como la obtención de la resistencia máxima a la tracción de metales ferrosos a partir de los datos del ensayo Brinell.

Específicos

1. Que el estudiante adquiera destrezas en el manejo de las escalas de dureza Rockwell y Brinell.
2. Que el estudiante adquiera destrezas en el manejo de las tablas de conversión de dureza.
3. Que el estudiante observe la diferencia entre la dureza del acero 1020 y la del latón y aluminio, en estado recocido.
4. Que el estudiante adquiera destrezas en la obtención del exponente de endurecimiento de Meyer, n , del acero 1020 recocido, a partir de los datos del ensayo de dureza Brinell.
5. Que el estudiante adquiera destrezas en la obtención de la resistencia máxima a la tracción del acero 1020 y del latón, en estado recocido, a partir del ensayo de dureza Brinell.

MATERIAL

Probetas provenientes de la práctica de tracción.

EQUIPOS

1. Equipos de corte y pulido de metales.
2. Durómetros

DESARROLLO EXPERIMENTAL

1. Cortar y preparar adecuadamente las probetas para los ensayos de dureza. Debe utilizar la experiencia obtenida en la práctica de preparación de metales realizada en el curso Materiales, MT 1113, conjuntamente con las recomendaciones dadas en la teoría del curso Procesos de fabricación I, MC 3611.

2. Medir la dureza Rockwell de todos los materiales. Recuerde que la dureza será el promedio de un número de medidas realizadas, el cual dependerá de la dispersión de los valores medidos. En consecuencia es importante hacer una distribución adecuada del espacio disponible para obtener el mayor número posible de medidas y un resultado confiable.
3. Realizar diferentes ensayos dureza, empleando la escala Brinell, con un penetrador de 2,5 mm de diámetro y tres cargas diferentes para las probetas de acero 1020-0 y latón. De ser posible realizar un mínimo de 3 repeticiones para cada carga. Se debe registrar el diámetro promedio de huella para cada carga y sus repeticiones. Con estos datos se elaborará la gráfica de carga .vs. diámetro de huella y se obtendrá el exponente de endurecimiento de Meyer.

INFORME

El informe se debe realizar siguiendo y respetando el formato presentado al principio de esta guía, considerando los siguientes puntos:

1. Elaborar una tabla comparativa con los valores de dureza Rockwell de todos los materiales. Sí es necesario utilice una tabla de conversión para llevar todas las medidas de dureza a una misma escala. Discuta la diferencia entre los valores de dureza para los diferentes materiales utilizados y haga referencia al valor reportado en la bibliografía.
2. Elaborar las gráficas de carga aplicada vs. diámetro promedio de huella para la probeta de acero 1020.
3. Calcular el valor del exponente de la ecuación de endurecimiento por deformación de Hollomon " m ", usando la ecuación de endurecimiento de Meyer, para la probeta de acero 1020. Compárelo con el valor obtenido en la práctica de tracción, determine la diferencia (en porcentaje) entre ambos valores y discuta.
4. Empleando la gráfica de K_B .vs. m , estime los valores de la resistencia máxima del acero 1020-0 y del latón (para entrar en la gráfica de K_B vs. m use los valores de " m ", de cada material, obtenidos en la práctica de tracción). Compárelos con los valores obtenidos en la práctica de tracción determine la diferencia (en porcentaje) entre ambos valores y discuta.

BIBLIOGRAFÍA

1. Blanco, Oswaldo. Procesos de Fabricación. Conceptos Básicos.
2. Kalpakjian, Serope y Schmid, Steven. "Manufactura, Ingeniería y Tecnología". Prentice Hall. 2002.
3. Datsko, Joseph. "Materials Properties and Manufacturing Processes". John Wiley.
4. Datsko, Joseph. "Materials in Design and Manufacturing".
5. Dieter, E. "Metalurgia Mecánica". Mc Graw-Hill.
6. Rowe, Geoffrey. "Principles of Industrial Metalworking Processes". Edward Arnold.

PRÁCTICA 4

CONFORMADO PLÁSTICO

OBJETIVOS

General

Que el estudiante se familiarice con los procesos de laminación, doblado, corte y embutido en metales.

Específico

1. Que el estudiante adquiera destrezas en el cálculo de las deformaciones dadas por laminación, a pletinas de acero y aluminio, así como en el cálculo de la potencia consumida durante una de las pasadas del proceso.
2. Que el estudiante observe e identifique diferentes equipos de corte, doblado y embutido, empleados según las dimensiones y propiedades del material.

MATERIALES

1. Pletinas de acero y aluminio recocidas para laminación
2. Chapas de aluminio para doblado.
3. Láminas de acero de 0,90 mm de espesor para la obtención de probetas de embutido.

EQUIPOS

1. Laminador
2. Prensas y troqueles para corte y embutido
3. Dobladoras y calandras, manuales e hidráulicas.

DESARROLLO EXPERIMENTAL

1. Se realizará una visita guiada a la sección metalmeccánica del laboratorio de máquinas y herramientas, en donde podrá observar los diferentes equipos y prensas disponibles para el corte y conformado de metales, de diferente naturaleza y espesores. El personal técnico asignado realizará una demostración del funcionamiento y capacidad de cada uno de los equipos. De acuerdo a la disponibilidad de insumos, se doblarán algunas chapas utilizando la dobladora hidráulica y la manual, y se formará un cilindro, a partir de una lámina, mediante el uso de la calandra, entre otros.
2. Proceso de laminación. Se laminarán dos pletinas recocidas, una de acero y otra de aluminio, hasta la fractura de los materiales. Antes de iniciar el proceso y después de cada pasada, mida y registre el largo, ancho y espesor de las pletinas. Con estos datos podrá determinar la reducción en espesor efectiva dada al material por laminación en cada pasada. Registre a su vez el número de vueltas que se le da al volante de la laminadora por pasada para saber el descenso del rodillo superior (cierre de la abertura entre rodillos) y calcular la reducción en espesor teórica.
Para los cálculos posteriores, recuerde anotar el equivalente en longitud de una vuelta del volante de la laminadora, así como la velocidad tangencial y diámetro de los rodillos. La potencia de la laminadora utilizada (marca Stanat, modelo TA-315) es 15 HP y los valores de la velocidad tangencial se encuentran entre 0,152 y 0,965 m/s.

3. Embutido tridimensional. Corte un par de discos con el troquel de corte (prensa de 40 ton) y embútalos con el troquel de embutido (balancín). En un caso ajuste adecuadamente el “prensaláminas” y en el otro no, y observe los resultados.
Observe muestras presentadas por el personal técnico en donde se ha producido falla del material por tracción en un plano comprendido entre la pared y el fondo de la pieza embutida.

INFORME

El informe debe considerar los aspectos que se mencionan a continuación.

- A. Para el proceso de laminación:
 1. Calcule las deformaciones reales efectivas en el largo, ancho y espesor de las piezas de acero y aluminio laminadas, después de cada pasada.
 2. Calcule, para los dos materiales, la potencia consumida en [Kw] durante la tercera pasada. De ser necesario, obtenga los datos de las propiedades de los materiales que requiera en un manual de propiedades mecánicas de materiales.
 3. Haga un esquema de un laminador como el que ha empleado. Investigue sobre otros tipos de laminadores. De ejemplo de su uso.
- B. Busque información de los otros equipos que ha visto y de ejemplos de uso práctico en cada caso.
- C. Haga un esquema de un troquel, mostrando sus partes básicas (puede regresar al laboratorio para ver detalles de troqueles existentes).

BIBLIOGRAFÍA

1. Kalpakjian, Serope y Schmid, Steven. “Manufactura, Ingeniería y Tecnología”. Prentice Hall. 2002.
2. Alting, Leo. “Procesos para Ingeniería de Manufactura. Alfaomega. Grupo Editor. 1996
3. Blanco, Oswaldo. Procesos de Fabricación. Conceptos Básicos
4. Datsko, Joseph. "Materials Properties and Manufacturing Processes". John Wiley.
5. Datsko, Joseph. "Materials in Design and Manufacturing".
6. Dieter, E. "Metalurgia Mecánica". Mc Graw-Hill.
7. Rowe, Geoffrey. "Principles of Industrial Metalworking Processes". Edward Arnold.