



CONGRESO
INTERNACIONAL
DE INVESTIGACION
E INNOVACION
DOS MIL DIECISEIS



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

ESTUDIO DEL PROCESO DE AJUSTE PARA LA ELABORACIÓN DE RESORTES DE COMPRESIÓN EN MÁQUINAS TIPO FA-20S

Nombre: Luz Belén Gómez-Alvarado

Grado académico: Licenciatura en Ingeniería Industrial

e-mail: lbgoomez.picyt@ciatec.mx

Institución: CIATEC, A.C.

Nombre: María Maldonado-Santoyo

Grado académico: Doctorado en Ciencias

e-mail: msantoyo@ciatec.mx

Institución: CIATEC, A.C.



CONGRESO
INTERNACIONAL
DE INVESTIGACIÓN
E INNOVACIÓN
DOS MIL DIECISEIS



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

ESTUDIO DEL PROCESO DE AJUSTE PARA LA ELABORACIÓN DE RESORTES DE COMPRESIÓN EN MÁQUINAS TIPO FA-20S

Luz Belén Gómez-Alvarado, María Maldonado-Santoyo

Dirección de Posgrado y Capacitación. CIATEC, A.C. Omega 201, Industrial Delta C.P.
37545. León, Guanajuato, México. Tel. (52) 477 7100011 ext. 13010 E-mail:
lbgomez.picyt@ciatec.mx; msantoyo@ciatec.mx

RESUMEN

En el presente trabajo se aborda la problemática que presenta el proceso de elaboración de resortes de compresión en máquinas tipo FA-20S ya que actualmente, un ajuste de la máquina tarda en realizarse de 2 a 8 horas dependiendo del grado de complejidad y de la habilidad del ajustador para realizar dicha labor, restando horas/producción debido a la pérdida de tiempo productivo que no genera valor agregado en la misma. Derivado de esto, surge la necesidad de contar con un mayor acervo técnico-instrumental que provea de información sobre la relación materia prima-parámetro de ajuste, partiendo de las propiedades de la materia prima recibida y correlacionar estas con el parámetro de ajuste que está repercutiendo en el resorte, además de ubicar en que sección de la máquina se presenta dicha anomalía, para que de esta manera, se pueda optimizar el proceso ahorrando literalmente, tiempo, dinero y esfuerzo en la puesta en marcha de la máquina.

Palabras clave: Proceso de ajuste, Resorte de compresión, Máquina 20S



CONGRESO
INTERNACIONAL
DE INVESTIGACION
E INNOVACION
DOS MIL DIECISEIS



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

ABSTRACT

In this paper talk about the problematic present in the adjustment process of manufacture compression springs by type machines 20-S. Actually, an adjustment of machine takes a long time; of 2-8 hours depending on the complexity and skill adjuster addresses to do such work subtracting hours/ production due to the loss of productive time that does not generate added value in it. Derived from this, comes the need for more technical -instrumental heritage that provides information on raw material-related parameter setting, based on the properties of the raw materials received and correlate these with the parameter adjustment is impacting in the spring, well placed in that section of the machine this anomaly occurs, so that in this way, it can optimize the process literally saving time, money and effort in setting up the machine.

Key Word: Adjustment process, Spring compression, Machine 20S

“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

1. INTRODUCCION

El proceso de manufactura de un resorte de compresión, ha ido actualizándose conforme avanza la tecnología disponible. Existen algunos softwares para el diseño tridimensional óptimo para la fabricación de los resortes, antes de entrar a la línea de producción¹⁻⁴, sin embargo, a pesar del avance tecnológico actual, el proceso de ajuste de la máquina sigue realizándose de forma manual. En la figura 1 se presenta un esquema de un resorte de compresión.

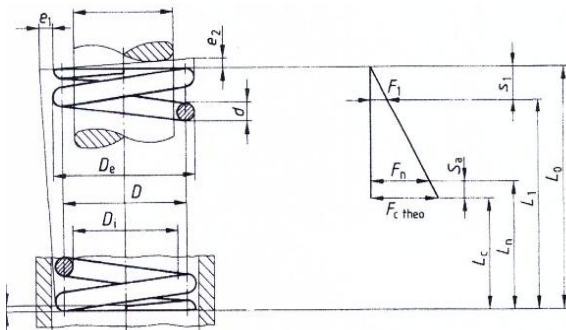


Figura 1. Esquema básico de un resorte de compresión. Según la Norma DIN 2096 [5].

Las principales variables a controlar en un resorte de compresión: longitud del resorte (L), diámetro exterior (D_{ext}), diámetro interior (D_{int}), número de vueltas totales (N_t) y fuerza de compresión (F_1 y F_2) definiéndose F_1 como la primera fuerza de compresión a la que el resorte trabaja y F_2 como la fuerza que el resorte debe cumplir cuando se encuentra completamente comprimido [4,6-8], las cuales siguen obteniéndose mediante prueba y error. Aunado a esto, cada que hay un cambio de rollo de alambre (solo cuando tiene distinta colada) se tiene que realizar un nuevo ajuste, hacer otra vez las pruebas iniciales, acomodo de guías, cortadores, dedos en máquina para volver a lograr las características finales que se quieren obtener del resorte [5-8].

Esto de alguna manera es causal de que actualmente un ajuste de la maquina tarde en realizarse de 2 a 8 horas, dependiendo del grado de complejidad y de la habilidad del



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

ajustador para realizar dicha labor, debido a esto, surge la necesidad de contar con un mayor acervo técnico-instrumental que provea de información sobre la relación materia prima-parámetro de ajuste, partiendo de las propiedades de la materia prima recibida y correlacionar estas con el parámetro de ajuste que está repercutiendo en el resorte, además de ubicar en que sección de la máquina se presenta dicho anomalía (enrollado, revenido, esmerilado, granallado, estabilizado, embalaje), para que de esta manera se pueda optimizar el proceso ahorrando literalmente, tiempo, dinero y esfuerzo en la puesta en marcha de la máquina.

2. METODOLOGIA

2.1 Materiales

Se utilizó el Acero Stainless Steel ASTM A228 (Herwire) comúnmente conocido como alambre piano, para la elaboración de los resortes de compresión tipo 20S por sus características de alta resistencia y excelente vida a la fatiga. En la tabla 1 se enlistan los requerimientos químicos que debe cumplir el acero ASTM A228 para un alambre de diámetro de 1.6mm [9].

Tabla 1. Requerimientos químicos [9].

Elemento	Composición, %
Carbono (C)	0.7-1
Manganeso (Mn)	0.2-0.7
Silicón (especificado como Si)	0.1-0.3
Fosforo (P), máx	0.025
Azufre (S), máx	0.0309
Tensión (min-máx.)	2000-2250 MPa

2.2 Instrumentación



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

Para la elaboración de los resortes de compresión se utilizó una máquina para producir muelles marca SCHENKER, tipo FA-20S con gama de diámetro de 0.6 a 2.0 mm.

Un calibrador digital vernier standard marca Truper con tolerancia de 0.002pulg a 0.05mm fue utilizado para las mediciones de longitud libre, diámetro interno y diámetro externo en el resorte.

Una máquina de ensayo de compresión marca ALIYIQI, Modelo ATH-200 con carga máxima de 200N fue utilizada para determinar la fuerza 1 y fuerza 2.

El número de vueltas totales fue determinado de forma manual por conteo.

2.3 Experimentación

En primera instancia se detallaron las etapas que intervienen en el proceso de elaboración de los resortes de compresión en máquinas FA-20S. En la figura 2 se presenta un diagrama del proceso conteniendo las etapas que van desde la evaluación de la materia prima, el ajuste de máquina, enrollado, revenido, esmerilado, granallado, estabilizado y embalaje del resorte como producto terminado.

De forma general, se trabajaron nueve lotes diferentes de prueba con cinco replicas en cada etapa del proceso: enrollado, revenido, esmerilado y granallado, utilizando diferente número de colada en el alambre de acero ASTM A-228 con diámetro 1.6mm para algunos de los lotes. En cada una de las etapas del proceso, se midió según correspondía, la longitud libre, el diámetro interior, diámetro exterior, número de vueltas totales, fuerza 1 y fuerza 2.



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”
Multidisciplinario
21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

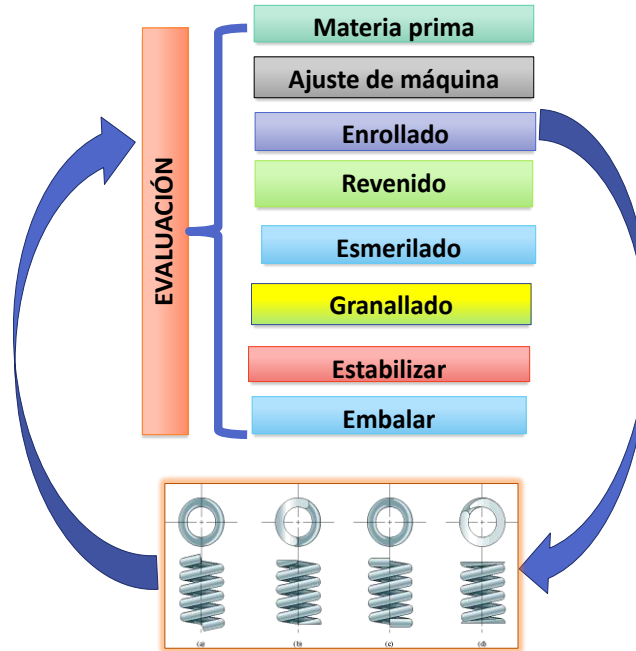


Figura 2. Proceso de elaboración de un resorte de compresión en máquinas FA-20S.

3. RESULTADOS

En la tabla 2 se presentan los valores de composición química (C, Mn, Si, P, S) para diferentes coladas de alambre de acero ASTM A228 utilizadas en la elaboración de resortes de compresión en máquinas FA-20S para nueve lotes de prueba utilizando alambre de 1.6mm de diámetro. Dichos valores presentan algunas diferencias principalmente para el Manganeso cuyos valores se encontraron en el intervalo de 0.42 a 0.56%, el fosforo de 0.009 a 0.014% y el azufre de 0.004 a 0.009%.



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

Tabla 2. Tabla de valores de composición química para diferentes coladas de alambre de acero ASTM A228.

Lote	No. Colada	Tensión (N/mm ²)	C %	Mn %	Si %	P %	S %
L1	9006612	2105.0	0.83	0.42	0.22	0.009	0.009
L2	9006612	2105.0	0.83	0.42	0.22	0.009	0.009
L3	9006237	2107.5	0.82	0.46	0.22	0.014	0.005
L4	9006032	2146.0	0.80	0.43	0.21	0.011	0.005
L5	9005609	2109.5	0.82	0.45	0.21	0.012	0.004
L6	9005469	2092.5	0.82	0.56	0.21	0.012	0.004
L7	9005469	2092.5	0.82	0.56	0.21	0.012	0.004
L8	9005265	2033.5	0.82	0.52	0.20	0.011	0.004
L9	9005052	2085.5	0.82	0.52	0.20	0.011	0.004

En la tabla 3 se presentan los valores promedio obtenidos en cinco replicas para los nueve lotes analizados en las etapas de enrollado, revenido, esmerilado y granallado después del proceso de ajuste. Se muestran los resultados para los parámetros evaluados de longitud libre, D_{int} , D_{ext} , N_t , F_1 y F_2 . La desviación estándar obtenida para estos parámetros en cada una de las etapas evaluadas fue menor al 2.0%.

De forma general los valores obtenidos en la determinación de número de vueltas totales en la etapa de enrollado fueron de 12 a 15.5 vueltas; la longitud libre en las diferentes etapas se encontró en el intervalo de 68-76.6 mm; el diámetro exterior de 16.0-16.4mm y el diámetro interior de 10.4 a 10.7mm en las etapas de enrollado y revenido; para la fuerza 1 los valores fueron de 47.6N a 61.5N, mientras que para la fuerza 2 fueron de 92.2N a 113.4N en las etapas de esmerilado y granallado respectivamente.



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”
 Multidisciplinario
 21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

Tabla 3. Resultados de valores promedios obtenidos en las etapas de enrollado, revenido, esmerilado y granallado.

Lote	Tensión (N/mm ²)	Enrollado				Revenido			Esmerilado			Granallado		
		Longitud libre (mm)	Dext (mm)	Dint (mm)	Nt	Longitud libre (mm)	Dext (mm)	Dint (mm)	Longitud libre (mm)	F1 (N)	F2 (N)	Longitud libre (mm)	F1 (N)	F2 (N)
L1	2105.0	76.6	16.3	10.6	15.5	76.6	16.2	10.5	74.5	55.5	94.7	75	52.6	92.4
L2	2105.0	74.6	16.3	10.6	14.5	74.8	16	10.5	75.4	57.6	95.1	74.2	53.6	93.3
L3	2107.5	75.3	16.3	10.6	14.2	75.2	16.1	10.4	73.7	59.3	102.1	74.1	55.9	98.6
L4	2146.0	75.1	16.3	10.7	14.3	74.3	16.1	10.5	74.6	57.4	98.6	72.2	53.3	93.1
L5	2109.5	74.5	16.3	10.7	14.2	72.2	16.2	10.5	73.8	56.1	98.8	73.2	51.8	92.6
L6	2092.5	72.1	16.4	10.6	14.3	72.7	16.1	10.5	71.3	49.1	90.6	70.7	47.6	88.5
L7	2092.5	69.5	16.3	10.6	12.2	69.2	16.2	10.5	68.9	52.6	102.2	68	49.2	95.5
L8	2033.5	72.6	16.3	10.6	12.0	72	16.1	10.5	71.3	61.5	113.4	70.4	58.6	109.5
L9	2085.5	75.3	16.3	10.6	15.0	74.3	16.1	10.5	73.4	53.6	94.2	73.3	52.6	92.2

4. CONCLUSIONES

El presente trabajo mostró los valores promedio obtenidos en las variables de longitud libre, diámetro exterior, diámetro interior, F_1 y F_2 en las etapas de enrollado, revenido, esmerilado y granallado para nueve lotes de prueba utilizando alambre de acero ASTM A-228 con diámetro de 1.6mm con diferente número de colada para algunos lotes. En los lotes que se trabajó el mismo número de colada (L1 y L2 (9006612); L6 y L7 (9005469)) presentaron diferencias en los valores de longitud libre y fuerza, siendo más significativa la variación en L6 y L7.

AGRADECIMIENTOS

A CONACYT por el apoyo brindado con beca no. 339820 y a la empresa Baumann Springs León.



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

REFERENCIAS

1. Paredes M. (2009). Methodology to build an assistance tool dedicated to preliminary design: application to compression springs. *Int. J. Interact Des Manuf.* 3:265-272.
2. Todinov M.T. (1999). Maximum principal tensile stress and fatigue crack origin for compression springs, *International Journal of Mechanical Sciences*, 41:357-370
3. Kalpakjian, S. y Schmid, S. (2002). *Manufactura, Ingeniería y Tecnología*. México. Editorial Prentice Hall. Pág. 55-97
4. Oliver V. (2007). Investigation of service failures of steel music wire. *Engineering Failure Analysis*.14(7):1224-1232
5. Norm DIN 2096. (1981). Compression Spring made of round wire and rod.
6. Kaiser B., Pyttel B. and Berger C. (2011). VHCF-Behavior of helical compression springs made of different materials. *Advances in Very High Cycle Fatigue*. 33(1):23-32.
7. Castillo, F. (2011). *Diseño de elementos de máquinas*. Facultad de estudios superiores de Cuautitlán, México. Pág. 132-145.
8. Margaret O'Malley. (2014). Nickel Alloy Springs in Contact with Molten Metals By. *Springs*. 53(2):17-19.
9. ASTM A228/A228-M-02. (2005). Standard specification for steel wire, music spring quality. Pág. 1-4.