



327347

327347

P A T E N T E  
D E  
I N T R O D U C C I Ó N

a favor de VASCO METALS CORPORATION, entidad norteamericana, domiciliada en Latrobe (Pennsylvania, E.U.A.), por "PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCIÓN DE ACERO RÁPIDO ULTRADURO".

- . -

MEMORIA DESCRIPTIVA

Este invento se refiere a un acero rápido ultraduro y a un método para su fabricación.

- El desarrollo del acero rápido se ha caracterizado con frecuencia por cambios bastante abruptos de composición y propiedades. El análisis original de 18% de W, 4% de Cr y 1% de V, (T1), que dominó el campo durante unos 30 años, surgió en 1910 como una consecuencia de los descubrimientos inaugurales de Mushet y Taylor. Durante los años veinte se introdujeron, para mayor dureza en caliente, adiciones de 5, 8 y 12% de cobalto. Los aceros rápidos
- 5.
- 10.

327347



- de molibdeno (M2, M1 y M10), estudiados en los años 30, se utilizaron extensamente durante la Segunda Guerra Mundial y más adelante se convirtieron en los tipos dominantes. Estaban basados en el descubrimiento de que podía substituirse un átomo de tungsteno por un átomo de molibdeno (correspondiendo a 1/2 % en peso aproximadamente de molibdeno por 1% en peso de tungsteno) y obtenerse propiedades de corte completamente semejantes. También tuvo importancia durante esta era el desarrollo de J.P. Gili de los aceros rápidos de alto contenido en vanadio, extremadamente resistente al desgaste (T15, M15 y M4) (patentes norteamericanas 2,174.281. 2,174.282, 2,174.283, 2,174.284, 2,174.285 y 2,174.286). Como contenían casi el doble de carbono que las clases corrientes, multiplicaban la resistencia al desgaste por un factor de 6 y elevaban la dureza en caliente, al paso que retenían la buena tenacidad. Por último, durante los años 50, los aceros rápidos de fácil fresado, provistos de adiciones de azufre de 0,10% a 0,15%, proporcionaron mayor facilidad de fabricación para ciertos diseños de herramientas.
- 5.
  - 10.
  - 15.
  - 20.

- A medida que las industrias de la evasión, de los cohetes y afines empezaron a trabajar con materiales de resistencia cada vez mayor (como 4340, VascoJet 1000, D6AC, y 300-M tratado térmicamente a 45-56 Rockwell "C"), así como superaleaciones resistentes al calor, más fuertes, se hizo evidente que se necesitaba un acero rápido más duro, que sin embargo retuvieran suficiente tenacidad y resistencia de filo para permitir ángulos de inclinación
- 25.



positivos. Tal acero podía complementar los tipos de alto contenido en vanadio T15, M15 y M4, que estaban actuando bien en los materiales de dureza intermedia y de fuerte endurecimiento en el trabajo.

5. Uno de los objetos del invento que aquí se expone es proporcionar un acero rápido ultraduro que tenga una dureza de 69-70 Rockwell "C" y pueda usarse provechosamente para la fabricación de herramientas destinadas a cortar aceros para aviación tratados térmicamente y aleaciones para motores de reacción resistentes al calor.

10. Otro objeto del invento es proporcionar un acero nuevo y mejorado que manifieste una tenacidad excepcionalmente elevada para su capacidad de endurecimiento, capacidad de rectificación próxima a la de los aceros rápidos corrientes, y dureza en caliente y resistencia al reblandecimiento superiores a las de otras clases de aceros.

15. Otros objetos y ventajas del invento se desprenden de la descripción que sigue, hecha en combinación con los dibujos adjuntos, en los cuales:

20. La figura 1 muestra la curva de revenido de un acero de éste invento, que aquí se designa como "acero A"; la figura 2 muestra el efecto del carbono en la dureza al fabricar el acero A; la figura 3 muestra el efecto del cobalto en la dureza al fabricar el acero A; la figura 4 muestra el efecto del cobalto en la tenacidad al fabricar el
25. acero A; la figura 5 muestra el efecto del molibdeno y el tungsteno en la tenacidad al fabricar el acero A; la figura 6 muestra la relación de la tenacidad respecto a la du-

327347



reza en el acero A, en comparación con otros aceros y la figura 7 muestra la duración comparativa de las herramientas de acero A y de otros aceros.

5. Conforme al invento, se ha comprobado que puede hacerse un nuevo acero rápido ultraduro, de la composición química que aparece en la tabla siguiente:

T A B L A I

	<u>gama general, % en peso.</u>	<u>gama preferida, % en peso</u>	<u>acero "A", % en peso.</u>
Carbono	1.00- 1.20	1.07- 1.13	1.09
Silicio	0 - 1.00	0 - 0.5	.25
Manganeso	0 - 1.00	0 - 0.5	.25
Azufre	0 - 0.25	0 - 0.15	.027
Fósforo	0 - 0.25	0 - 0.15	.018
Tungsteno	1.00- 2.00	1.25- 1.75	1.45
Cromo	3.00- 5.00	3.25- 4.25	3.86
Vanadio	0.75- 1.50	1.00- 1.30	1.17
Molibdeno	8.50-10.50	9.00-10.00	9.74
Cobalto	7.00- 9.00	7.50- 8.50	7.78

El resto es prácticamente todo hierro.

10. En la tabla anterior se ve que la gama de cada elemento químico es relativamente limitada. Sin embargo, dentro de ésta gama puede prepararse y tratarse térmicamente cualquier número de aceros, para obtener los aceros rápidos ultraduros de éste invento. Los elementos silicio, manganeso, azufre y fósforo no son elementos críticos y

327347



- pueden omitirse por completo. No obstante, es preferible tener en el acero una fracción de un porcentaje de silicio y manganeso. La figura 1 muestra la curva principal de revenido (tiempo/temperatura) para el acero A austenizado a 2200°F, trazada con °F por abscisas y durezas Rockwell C en ordenadas.
5. Esta curva fué obtenida variando el contenido de carbono en un análisis de base elegido, es decir, el análisis de base fué en cada caso el mismo que el análisis de base indicado para el acero específico en la tabla I y el contenido de carbono se varió de 0,84 aproximadamente a 1,14 aproximadamente. En las pruebas representadas en la figura 1, los aceros se austenizaron a temperatura de 2200°F (es decir, se calentaron a ésta temperatura y se templaron). Luego se los calentó de nuevo o revino en una gama relativamente amplia de 300°F a 1300°F, y se efectuaron de terminaciones de dureza en las varias probetas revenidas.
10. La dureza óptima se presentó entre 850°F y 1100°F.
- 15.

- Por la figura 1, que comprende cuatro gráficos 1, 2, 3 y 4, correspondientes a otros tantos revenidos sucesivos, puede verse que las temperaturas de revenido de 965°F a 1000°F logran más de 70° Rockwell "C" de dureza después de revenido triple o cuádruple. Se observa también que una temperatura de revenido de 1100°F da todavía, una dureza de 65° Rockwell "C", que es equivalente a la de las calidades corrientes de acero rápido. Así pues, los nuevos aceros de éste invento pueden ser revenidos alrededor de 75°F por encima del acero rápido corriente, para el mismo nivel de endurecimiento, lo que da 75°F más de resistencia
- 20.
- 25.

327347



al efecto de reblandecimiento por el calor durante el corte.

5. Cuando se tratan térmicamente los aceros de este invento a la gama más alta de dureza, se prefiere aplicar una temperatura austenizante de 2200°F y someter las herramientas a 4 ciclos de revenido a temperatura de 950°F - 965°F por 2 + 2 + 2 + 2 horas a ésta gama de temperatura. Los cuatro revenidos son especialmente beneficiosos para impartir el equilibrio apropiado de propiedades cuando se usan estos aceros a Rockwell "C" 69-70.

10. Los datos de las curvas de la figura 1 están trazados en relación al contenido de carbono de la figura 2 para varias temperaturas de revenido seleccionadas. Se observará que la respuesta máxima al endurecimiento se logra a 1,08% aproximadamente de carbono. Los aceros con contenido más alto de carbono también se endurecen satisfactoriamente, pero disminuye la tenacidad al impacto.

15. Dicha figura 2, que muestra el efecto del carbono sobre la dureza, tiene en abscisas los porcentajes de carbono y las durezas Rockwell "C" en ordenadas. Sus tres curvas 1, 2 y 3 corresponden, respectivamente, a revenidos llevados a cabo a 975, 1025 y 1100°F. La zona rayada muestra la región de empleo óptima.

20. La figura 3 es un trazado similar, también derivado de las curvas principales de revenido, y muestra el efecto del contenido de cobalto en la respuesta al endurecimiento del análisis de base. En abscisas lleva los porcentajes de cobalto y en ordenadas las cifras de dureza

25.

327347

18



- Rockwell "C"; sus tres características 1, 2 y 3 corresponden respectivamente a revenidos llevados a cabo a 975, 1025 y 1100<sup>o</sup>F; la franja rayada corresponde a la zona de alimentación óptima. El efecto acompañante del contenido de cobalto en la dureza al impacto a diversos niveles de dureza está representado en la figura 4, que lleva en abscisas los porcentajes de cobalto y en ordenadas la resistencia al impacto en pies/libras; los tres gráficos punteados en ésta característica, indicados con las referencias 1, 2 y 3, corresponden a durezas Rockwell "C" de 65/66, 67/68 y 69/70 respectivamente. Se advertirá que el aumento de cobalto de 5% a 8% en peso causó muy poca pérdida en la tenacidad, mientras que la figura 3 muestra un aumento importante en la capacidad de endurecimiento dentro de esta gama. A 8% en peso aproximadamente de cobalto, se presenta una combinación óptima de dureza y tenacidad.
- 5.
- 10.
- 15.

- La figura 5 muestra un trazado de seis series de estudios sobre el efecto del tungsteno y el molibdeno en la respuesta al endurecimiento y la tenacidad, con probetas de impacto sin muesca, revenidas hasta durezas Rockwell "C" de 65, 68 y 70; el eje de abscisas superior indica los porcentajes de tungsteno, el inferior la proporción por ciento de molibdeno, y en las ordenadas se leen las resistencias al impacto en pies/libras; la línea de trazos indica la región óptima. Los gráficos 1 y 2 corresponden a durezas Rockwell "C" de 65 y 70, respectivamente. Empleando la substitución de 0,50% de molibdeno como equivalente de 1% de tungsteno, se investigaron varios "equivalentes de
- 20.
- 25.

327347

18



5. tungsteno" manteniendo el total (tungsteno más 2 veces molibdeno) a 19,0, 20,5 y 22,0, mientras se variaban el tungsteno y el molibdeno dentro de la fórmula. El equivalente de tungsteno de  $W + 2Mo = 20,5$  proporcionó la mejor combinación de endurecimiento y tenacidad. Hasta 1,5% de tungsteno, dentro de esta fórmula, proporcionó la mejor finura de grano, sin que la pérdida de tenacidad acompañará al mayor contenido de tungsteno.
10. La figura 6 muestra la relación existente entre la tenacidad y la dureza, indicadas respectivamente en pies/libras en las ordenadas y durezas Rockwell "C" en las abscisas, para probetas sin muesca. Las diferentes curvas corresponden a los tipos de acero como sigue: 1 = Acero A; 2 = M1; 3 = M2; 4 = M10; 5 = M4; 6 = T1; 7 = T4; 8 = T5; 15. 9 = T15 supremo, y 10 = T6. En esta figura se aprecia que la tenacidad de los aceros de este invento es notablemente alta para su capacidad de endurecimiento. En efecto, cuando se reviene volviendo a la gama de 65 Rockwell "C" de los aceros rápidos corrientes, su tenacidad se compara favorablemente con M1, M10 y T1 y decae considerablemente por encima de los otros aceros de cobalto T4, T15 y T6. 20. Aún a niveles altos de dureza de trabajo, de 68-70 Rockwell "C", su tenacidad se compara favorablemente con otros grados de aleación rica, como T15 y T6.
25. Los estudios de austenita retenida que aparecen en la tabla II indican el acondicionamiento y la transformación progresivos de la austenita retenida, durante el revenido múltiple del acero A.

327347

18



T A B L A . . . I I

EFEECTO DEL REVENIDO SOBRE LA AUSTENITA RETENIDA, EN EL ANALISIS OPTICO.

<u>Número de revenidos a 965° F</u>	<u>% de austenita retenida</u>
templado en As	24,0
revenido único, 2 horas	16,1
revenido doble, 2 + 2 horas	4,7
revenido triple, 2 + 2 + 2 horas	2,7
revenido cuádruple, 2 + 2 + 2 + 2 horas	1,7

- En la condición templada en As, este acero contiene una cantidad apreciable de austenita, dando por resultado niveles de dureza relativamente bajos, de 62-65 Rockwell "C". Sin embargo, durante el revenido, la austenita se transforma en martensita revenida, dejando escasos residuos, de 2,7% únicamente después de revenido triple, y de 1,7% después de revenido cuádruple. Aunque todavía no se ha estudiado plenamente el mecanismo del endurecimiento, parece ser que la particular combinación de elementos aleantes en este acero hace que el tipo secundario de endurecimiento, derivado de la transformación de la austenita retenida, coincide casi exactamente con el tipo derivado de la precipitación de los carburos de aleación Mo<sub>2</sub>C y VC, proporcionando así el endurecimiento máximo en la gama apical de 950 - 1000° F.
- 5.
  - 10.
  - 15.

A causa de su gran dureza y buena resistencia al revenido, este acero manifiesta excepcional dureza en caliente. La tabla III compara la dureza en caliente del ace

327347



ro rápido normal, de un tipo T15 de gran resistencia al desgaste, y este análisis a 1000°F.

T A B L A III

DUREZA EN CALIENTE DE ACEROS RÁPIDOS REPRESENTATIVOS

Ensayado a 1000°F

acero rápido normal (M1, M2)	acero rápido rico en vanadio (T15, M4)	acero rápido de Rockwell "C" 70 ("acero A")
525 DPH <sup>‡</sup> (51 Rc)	575 DPH (54 Rc)	655 DPH (58 Rc)

‡ Dureza pirámide diamante.

5. En los aceros rápidos, la resistencia al desgaste a temperaturas de corte es función tanto de la dureza en caliente como de la resistencia a la abrasión. Esta última propiedad, que Gill hizo máxima con adiciones de vanadio en D 15, M 15 y M 4, se acompaña de aptitud reducida para el rectificado en la fabricación de herramientas. Pruebas de corte, previas a este análisis de base, con diversas adiciones formadoras de carburos, indicaron una resistencia al desgaste a temperatura elevada, mas que adecuada a 1% de vanadio, con una clara ventaja de aptitud para el rectificado en este nivel, para evitar el detrimento en la fabricación de herramientas, como demuestra la tabla IV.
- 10.
- 15.

327347<sup>18</sup>



T A B L A IV

APTITUD PARA EL RECTIFICADO COMPARATIVA DE ALGUNOS  
ACEROS RAPIDOS DE GRAN DUREZA

---

<u>tipo</u>	<u>aptitud para el rectificado</u>
M1 corriente	8,0
acero "A"	5,6
M1 + 8 Co + 1% de vanadio	2,2
M2 + 5 Co	1,5
M2 + 12 Co	0,95
T15 corriente	0,62

Muestras de ensayo: M1 a 65 Rockwell "C", T15 a 66 de Rockwell "C" y otros aceros a 68-69 de Rockwell "C", rectificadas en húmedo con aceite solubles, empleando una muela de arenisca 60, según la norma N° 32A60R8VRE.

5. La figura 7 muestra la duración de las herramientas de acero "A" de este invento comparada con la de otros aceros en fresado de punta AISI 4130 a 250 BHN, empleando un avance de 5,75 pulgadas por minuto, una velocidad de 660 revoluciones por minuto y un corte de 0,5 pulgadas por 0,050 pulgadas. En dicha figura, la referencia 1 corresponde al acero "A"; la 2 a un acero M2 + 12 Co; la 3 se refiere al acero M2 + 5 Co, y la 4 al acero M34. Se observará que el acero de éste invento resultó aproximadamente el 100% mejor que el acero comparativamente más cercano. El acero
- 10.
15. M2 con 12% de cobalto añadido contiene 0,85% de carbono, 0,30% de manganeso, 0,30% de silicio, 4,00% de cromo, 2,00

327347 18 MA



5. % de vanadio, 6,00% de tungsteno, 5,00% de molibdeno y 12,00 % de cobalto. El acero M34 contiene 0,90% de carbono, 0,30% de manganeso, 0,30% de siliceo, 4,00% de cromo, 2,00% de vanadio, 1,50% de tungsteno, 8,50% de molibdeno y 8,00% de cobalto. Este acero, pese a contener la misma cantidad de cobalto, la misma cantidad de tungsteno, ligeramente más cromo, alrededor de 1% menos de molibdeno, 0,20% menos de carbono y 0,85% más de vanadio, dió en comparación una dura ción en herramienta 200% menor que el acero de éste invento.
10. Para la composición química de los aceros que aquí se refie- re, cabe remitirse a "Tool Steels", tercera edición, por Roberts, Hamaker y Johnson, editado por The American Socie- ty for Metals, 1962.

15. Otros ejemplos de aceros específicos que están den- tro del ámbito de éste invento son los que tienen las compo- siciones siguientes, en porcentajes aproximados en peso:

	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>D</u>
Carbono	1.10	1.09	1.10
Silicio	0.26	0.23	0.23
Manganeso	0.27	0.24	0.26
Azufre	0.007	0.003	0.006
Fósforo	0.012	0.012	0.013
Tungsteno	1.51	1.58	1.51
Cromo	3.82	3.76	3.91
Vanadio	1.20	1.24	1.18
Molibdeno	9.75	9.25	9.45
Cobalto	7.84	7.98	8.05



El resto, prácticamente todo hierro.

Los aceros designados "B", "C" y "D" tienen propiedades semejantes a las del acero "A".

- De la descripción que antecede se ve que los aceros ultrarápidos de éste invento logran 69-70 Rockwell "C" de dureza, mientras que los aceros rápidos corrientes, como M2, M1, M10, M7, M3 y T1 alcanzan 65-66 Rockwell "C", y los tipos super resistentes al desgaste T15 y M15 logran 67-68 Rockwell "C". Desde el punto de vista de la capacidad de corte, las ganancias de dureza de 1 o 2 Rockwell "C" en la gama de 65-70 Rockwell "C" son mucho más significativas que cambios semejantes en niveles de dureza inferiores. Además, el acero de 70 Rockwell "C" manifiesta una tenacidad excepcionalmente alta para su capacidad de endurecimiento, aptitud para el rectificado que se acerca a la de los aceros rápidos normales y dureza en caliente y resistencia al reblandecimiento que sobrepasan las de la mayoría de los otros grados.
- 5.
- 10.
- 15.

- Además de dureza excepcional y dureza en caliente resistencia al desgaste y tenacidad satisfactorias, los aceros de éste invento tienen también los factores necesarios para la fabricación de herramientas, incluyendo aptitud para la mecanización, superficie endurecida de tratamiento térmico y aptitud para el rectificado.
- 20.

- Estos aceros son especialmente útiles cuando se emplean en herramientas para mecanizar aceros de gran resistencia, tratados térmicamente y aleaciones de titanio, así como las superaleaciones resistentes al calor, en que
- 25.

327347



5. la mayor diferencia de dureza entre la herramienta y la pieza trabajada proporciona una ventaja significativa. En este aspecto, el acero de este invento complementa los tipos superresistentes al desgaste T15, M15 y M4. Su gran dureza en caliente sugiere también la utilidad en ciertas aplicaciones para operaciones normales de corte en materiales más blandos. Además, se fabrican con ellos herramientas de corte con relativa facilidad y los propios aceros son productos de coste relativamente bajo.

- . -

N O T A

10. Se reivindica como objeto de la presente patente de introducción:

1. Procedimiento para la obtención de acero rápido ultraduro, caracterizado por el hecho de templar, desde la gama austenítica, un acero que tiene la composición

15. química siguiente:

Carbono	1.00 - 1.20
Silicio	0 - 1.00
Manganeso	0 - 1.00
Azufre	0 - 0.25
Fósforo	0 - 0.25
Tungsteno	1.00 - 2.00
Cromo	3.00 - 5.00
Vanadio	0.75 - 1.50
Molibdeno	8.50 - 10.50

327347 18



Cobalto 7.00 - 9.00

siendo hierro prácticamente todo el resto, y en revenir el acero templado, para darle una dureza Rockwell "C" de 69-70.

5. 2. Procedimiento para la obtención de acero rápido ultraduro, como se define en la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que el acero se austenitiza a 2200°F aproximadamente y se recalienta varias veces a temperatura comprendida entre 900 y 1100°F, hasta que la dureza Rockwell "C" es de 69-70.
10. 3. Procedimiento para la obtención de acero rápido ultraduro, como se define en la reivindicación 1, caracterizado por el hecho o que el acero se austenitiza a 2200°F aproximadamente y se somete a 4 ciclos de temperatura a 950-965°F, por 2 + 2 + 2 + 2 horas aproximadamente, a ésta temperatura, hasta que la dureza Rockwell "C" es de 69-70.
15. 4. Procedimiento para la obtención de acero rápido ultraduro, según la reivindicación 1, capaz de ser endurecido por revenido a dureza Rockwell "C" de 69-70, con dureza en caliente, resistencia al desgaste, aptitud para el rectificado, tenacidad y aptitud para la mecanización satisfactorias, apto para usar en la construcción de herramientas de corte para la mecanización de aceros de gran resistencia tratados térmicamente y aleaciones de
20. titaneo, caracterizado por el hecho de que el acero de
25. partida presenta la combinación de los siguientes porcentajes en peso de:

327347

18 M



Carbono	1,00 - 1,20
Silicio	0 - 1,00
Manganeso	0 - 1,00
Azufre	0 - 0,25
Fósforo	0 - 0,25
Tungsteno	1,00 - 2,00
Cromo	3,00 - 5,00
Vanadio	0,75 - 1,50
Molibdeno	8,50 - 10,50
Cobalto	7,00 - 9,00

siendo hierro prácticamente todo el resto.

5. Procedimiento para la obtención de acero rápido ultraduro, según las reivindicaciones 1 y 4, caracterizado por el hecho de que el citado acero de partida presenta la combinación de los siguientes porcentajes en peso de:

Carbono	1.07 - 1.13
Silicio	0 - 0.50
Manganeso	0 - 0.50
Azufre	0 - 0.15
Fósforo	0 - 0.15
Tungsteno	1.25 - 1.75
Cromo	3.25 - 4.25
Vanadio	1.00 - 1.30
Molibdeno	9.00 - 10.00
Cobalto	7.50 - 8.50

siendo hierro prácticamente todo el resto.

6. Procedimiento para la obtención de acero rá-

327347



pido ultraduro, según las reivindicaciones 1, 4 y 5, caracterizado por el hecho de que dicho acero de partida presenta la combinación de los siguientes porcentajes en peso aproximadamente de:

Carbono	1.09
Silicio	0.25
Manganeso	0.25
Azufre	0.027
Fósforo	0.18
Tungsteno	1.45
Cromo	3.86
Vanadio	1.17
Molibdeno	9.74
Cobalto	7.78

5. siendo hierro prácticamente todo el resto.

7. Procedimiento para la obtención de acero rápido ultraduro, según las reivindicaciones 1, 4 y 5, caracterizado por el hecho de que el acero de partida presenta la combinación de los siguientes porcentajes en peso aproximados de:

10.

Carbono	1.10
Silicio	0.26
Manganeso	0.27
Azufre	0.007
Fósforo	0.012
Tungsteno	1.51
Cromo	3.82
Vanadio	1.20



327347

Molibdeno	9.75
Cobalto	7.84

siendo hierro prácticamente todo el resto.

5. 8. Procedimiento para la obtención de acero rápido ultraduro, según las reivindicaciones 1, 4 y 5, caracterizado por el hecho de que el acero de partida presenta la combinación de los siguientes porcentajes en peso de:

Carbono	1.09
Silicio	0.23
Manganeso	0.24
Azufre	0.003
Fósforo	0.012
Tungsteno	1.58
Cromo	3.76
Vanadio	1.24
Molibdeno	9.25
Cobalto	7.98

siendo hierro prácticamente todo el resto.

10. 9. Procedimiento para la obtención de acero rápido ultraduro, según las reivindicaciones 1, 4 y 5, caracterizado por el hecho de presentar, el acero de partida, la combinación de los siguientes porcentajes en peso de:

Carbono	1.10
Silicio	0.23
Manganeso	0.26
Azufre	0.006



327347

Fósforo	0.013
Tungsteno	1.51
Cromo	3.91
Vanadio	1.18
Molibdeno	9.45
Cobalto	8.05

siendo hierro prácticamente todo el resto.

10. Procedimiento para la obtención de acero rápido ultraduro.

5. La presente memoria consta de diecinueve hojas foliadas escritas a máquina por una sola cara.

Barcelona, 18 de Mayo de 1966

VASCO METALS CORPORATION

p.a.

327347

Fig. 1

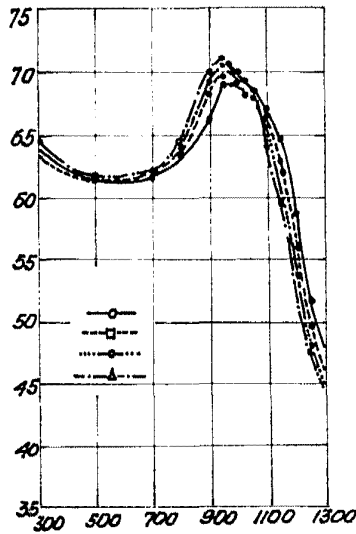
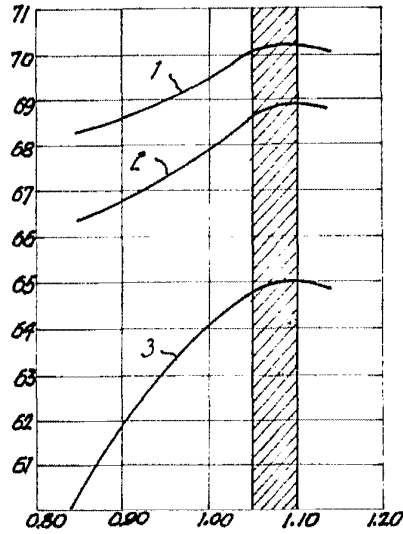


Fig. 2



88



Fig. 3

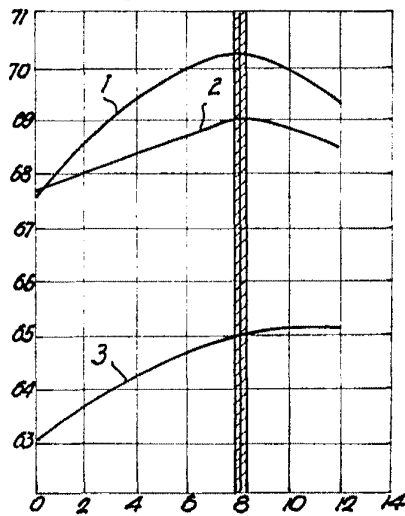
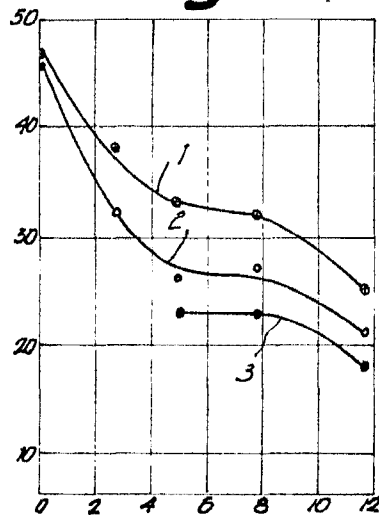


Fig. 4



Barcelona, 18 Mayo 1966  
 Vasco Metals Corporation  
 p.a.

A large, stylized handwritten signature in black ink, located below the typed text.

13804

Fig. 5

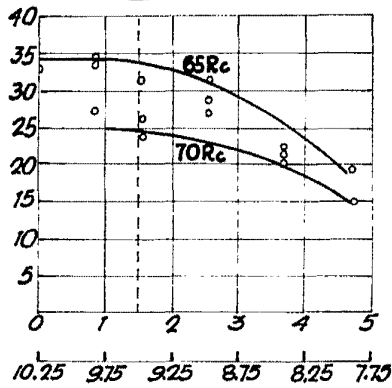


Fig. 6

327347

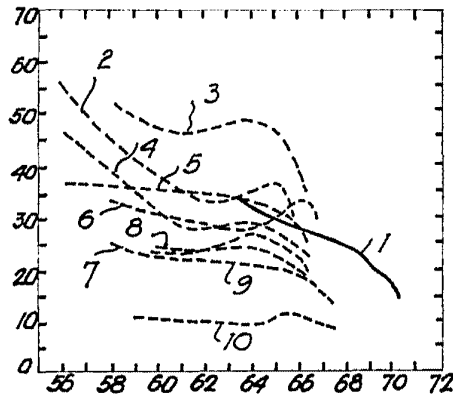
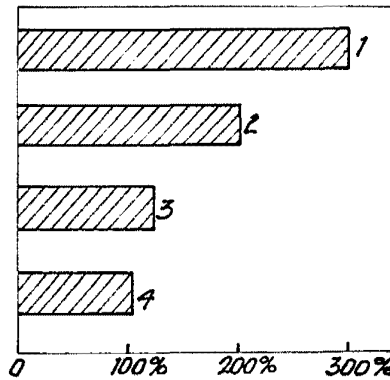


Fig. 7



Barcelona, 18 Mayo 1966  
Vasco Metals Corporation  
p.a.

13804