

MINISTERIO DE INDUSTRIA
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



19 ES	11	NUMERO	10 A1
	21	426.307	
	22	FECHA DE PRESENTACION	
		14.5.74	

PATENTE DE INVENCION

60 PRIORIDADES:	62 FECHA	63 PAIS
61 NUMERO		
360.402	14.5.73	EE.UU. de A.

47 FECHA DE PUBLICIDAD	61 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	C21D; C22C	

64 TITULO DE LA INVENCION
PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCION DE PRODUCTOS FORJADOS CON EXCELENTE RESISTENCIA A LA EXCORIACION.

71 SOLICITANTE (ES)
ARMCO STEEL CORPORATION, entidad norteamericana.

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
703 Curtis Street, Middletown, Ohio, EE.UU. de A.

72 INVENTOR (ES)
William Joseph Schumacher y Harry Tanczyn.

73 TITULAR (ES)

74 REPRESENTANTE
D. JAIME GOMEZ-ACEBO Y MODET.

**POOR
QUALITY**

PATENTE DE INVENCION

Armco 1227

426307

Memoria Descriptiva

sobre:

"PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCION DE PRODUCTOS
FORJADOS CON EXCELENTE RESISTENCIA A LA EXCO-
RIACION"

Solicitante: ARMCO STEEL CORPORATION, entidad norteamericana,
residente en 703 Curtis Street, Middletown, Ohio,
EE.UU. de A.

La presente invención comprende un procedimiento pa-
ra la obtención de productos forjados con buena resistencia
al desgaste, buena resistencia a la corrosión en ambientes
que contengan cloruro, excelente resistencia a la oxida-
ción a temperaturas elevadas y un elevado porcentaje de en-

5 durecimiento por acritud. La aleación, producto de esta invención, puede manipularse fácilmente con el equipo convencional y dispone en forma de placas, chapas, flejes, barras, varillas y similares, manteniendo una estructura sustancialmente austenítica en una amplia gama de temperatura.

10 El acero de la invención es adaptado para aplicaciones en las que se encuentran en combinación un contacto metal con metal en movimiento y ataques corrosivos. Aunque no se limite a ellos, el acero tiene particular utilidad para la fabricación de cadenas de rodillo, cintas de conexión en los transportadores, válvulas sometidas a elevada temperatura, cintas de metal tejido para hornos de tratamiento térmico continuo, sujetadores, pasadores y casquillos.

15 Aunque en condiciones similares pueden ocurrir exco-
riación y desgaste, los tipos de deterioro que se encuentran no son similares. La exco-
riación puede definirse como el desa-
20 rrollo de una condición en una superficie de frotamiento de una o dos partes metálicas en contacto en la que el exceso de fricción entre diminutos puntos elevados de una o ambas superficies da como resultado el soldeo localizado de los metales en estos puntos. Con el movimiento continuado de las superficies esto da lugar a la formación de aún más uniones soldadas que eventualmente llegan a separarse en una de las superficies del metal base. El resultado es la acumulación de metal
25 en una superficie, generalmente en el extremo de una ranura profunda de superficie. La exco-
riación, por consiguiente, va asociada fundamentalmente al contacto entre metal y metal en movimiento y da como resultado el fallo catastrófico y repentino por agarrotamiento de las partes metálicas.

30 Por otra parte, desgaste es sinónimo de abrasión y

5 puede derivarse del contacto entre metal y metal o del metal con una superficie no metálica, por ejemplo, la abrasión del equipo de acero para minería por las rocas y otros depósitos minerales similares. Este desgaste se caracteriza por una pérdida relativamente uniforme de metal de la superficie, en contraste con la formación de ranuras localizadas con la consiguiente acumulación de metal, como resultado de frotamiento de una superficie metálica mucho más dura contra una superficie metálica más blanda. La distinción entre exco-
10 riación y desgaste podría tal vez ilustrarse mejor por el hecho de que la exco- riación puede eliminarse uniendo o acoplando una superficie metálica muy dura con una superficie metálica mucho más blanda, mientras que el desgaste o la abrasión en el contacto entre metal y metal aumentaría uniendo una superficie muy dura con otra mucho más blanda.
15

Un artículo de Harry Tanczyn titulado "Determinación de las características de exco- riación del acero inoxidable" aparecido en STEEL, el 20 de Abril de 1954, apunta que las secciones de acero inoxidable de un nivel relativamente elevado de dureza, o con una diferencia sustancial en dureza, muestran mejor resistencia a la exco- riación que la combinación de dos miembros blandos. Estos podría explicarse por la teoría de que las secciones endurecidas se deforman elásticamente cerca de los puntos de contacto bajo carga, mientras que las piezas más blandas ceden plásticamente en una distancia significativa detrás de los puntos de contacto. Durante el movimiento, las superficies endurecidas aparentemente se recuperan elásticamente cuando disminuye la presión, y este movimiento tiende a cortar cualquier soldadura metálica. Este artículo indica también que puede concederse una buena resistencia a la exco- riación a la combinación de una película apropiada
20
25
30

de óxido en la superficie y un soporte duro. Se comprobó que las películas de óxido influían en las características de exco-
riación de los metales, por ejemplo, una película Fe_3O_4 aumentaba la resistencia del acero suave a la exco-
riación, mientras que una película Fe_2O_3 no ofrecía ningún beneficio ante la ex-
coriación.

Entre los numerosos aceros de la técnica anterior actual-
mente disponibles, el acero austenítico AISI Tipo 304 es
adecuado para una gran variedad de usos, entre los que se inclu-
yen el soldado y la fabricación, pero la resistencia a la exco-
riación y al desgaste de este acero es mala, y es probable que
el metal falle cuando se somete a tales condiciones.

Un acero inoxidable de endurecimiento estructural,
vendido bajo la marca de fábrica registrada ARMCO 17-4 PH (apro-
ximada 16,5% de cromo, 4,0% de níquel, 4,0% de cobre, 1,0%
de manganeso, 1,0% de silicio, hasta 0,07% de carbono, 0,35%
de columbio y el resto hierro), aunque poseyendo una elevada
resistencia y dureza en condición endurecida, muestra sólo una
débil resistencia a la exco-riación y al desgaste.

La Patente de los Estados Unidos núm. 3.663.215, con-
cedida el 16 de Mayo de 1972 a H. Tanczyn, expone un acero que
tiene una resistencia al desgaste mejorada que al mismo tiempo
es soldable, trabajable, maquinable, o todas estas característi-
cas a la vez, y que es endurecible estructuralmente por trata-
miento térmico hasta obtener una gran dureza. Se ha comprobado
que este acero tiene buena resistencia a la exco-riación. No obs-
tante, contiene grandes cantidades de elementos aleados muy ca-
ros, y es difícil de procesar con los equipos normales de lami-
nación del acero. Las amplias gamas de composición son de un
10 a un 22% aproximadamente de cromo, de un 14 a un 25% aproxi-

madamente de níquel, de un 5 a un 12% aproximadamente de silicio, uno o más de los elementos molibdeno hasta un 10% aproximadamente, volframio hasta un 8% aproximadamente, vanadio hasta un 5%, columbio hasta un 5% y titanio hasta un 5% aproximadamente, siendo el total de estos elementos adicionales de un 3 a un 12% aproximadamente. Hay también carbono en una cantidad aproximada del 0,15% de nitrógeno hasta alrededor del 0,05%. En esta aleación se afirma que el silicio forma siliciuros de molibdeno, volframio y similares, en forma finamente dispersada en la matriz del acero endurecido estructuralmente. Estos siliciuros son de extrema dureza, proporcionando con ellos buena resistencia al desgaste.

Un acero de la técnica anterior, que se considera en la actualidad que es el que ofrece mejor resistencia al desgaste y a la excoiación es el tipo AISI 440C a base de cromo fundamentalmente, que contiene de un 16 a un 18% de cromo, un máximo de un 1% de manganeso, un máximo de un 1% de silicio, alrededor de 0,75% máximo de molibdeno, alrededor del 0,95 al 1,20% de carbono, y el resto hierro. Este acero puede endurecerse por tratamiento térmico, pero tiene mala resistencia a la corrosión y mala conformabilidad. Es difícil delaminar en chapas, flejes, láminas, barras o varillas, y los artículos para el uso último no pueden fabricarse fácilmente a partir de placas, chapas, tiras, barras o varillas.

Se hace además referencia a la Patente Británica núm. 1.301.339 de fecha 14 de Octubre 1970, a nombre de Armco Steel Corporation (y la patente Belga nº 757.633 y la Patente Francesa nº 70.38204, correspondientes). Esta patente expone un acero inoxidable austenítico que tiene una excelente resistencia al esfuerzo, la corrosión y la fisuración, una buena soldabilidad,

buena resistencia y dureza criogénica, y una elevada resistencia a la temperatura ambiente derivada de un elevado porcentaje de endurecimiento por acritud. Esta aleación se ha comprobado que contiene una resistencia regular a la exco-
5 riación y al desgaste. Su composición, en términos generales, abarca de un 15,5 a un 20% aproximadamente de cromo, de un 11 a un 14 % de manganeso, de un 1,1 a un 3,75% de níquel, de un 0,01 a un 0,12% de carbono, de un 0,20 a un 0,38% de nitrógeno, de un máximo aproximadamente de un 1% de silicio, un máximo de aproximada-
10 mente de un 1% de silicio, un máximo de aproximadamente 0,06% de fósforo, un máximo de aproximadamente 0,04% de azufre y el resto sustancialmente hierro.

Es evidente por esta revisión del estado actual de la técnica, que en la actualidad no se dispone de ninguna aleación que tenga excelente resistencia a la exco-
15 riación en forma forjada, buena resistencia al desgaste, buena resistencia a la corrosión en ambientes que contengan cloruros, una buena resistencia a la oxidación a elevadas temperaturas, y que pueda trabajarse fácilmente hasta obtenerse placas, chispas, tiras, barras, varillas y otros productos forjados similares.

El objeto pues de la presente invención es un procedimiento para la obtención de acero inoxidable austenítico.

Según la presente invención se proporciona un acero inoxidable austenítico que tiene una excelente resistencia a la exco-
25 riación, formado por un 10 a un 25% de cromo, de un 3 a un 15% de níquel, de un 6 a un 16% de manganeso, de un 2 a un 7% de silicio, del 0,001 al 0,25% de carbono, del 0,001 al 0,4% de nitrógeno, del 0 al 4% de molibdeno, del 0 al 4% de cobre, un máximo de aproximadamente 0,09% de fósforo, un máximo de
30 aproximadamente 0,25% de azufre, un máximo de aproximadamente

0,50% de selenio, y el resto hierro, excepto las impurezas accidentales, siendo todos los porcentajes en peso, y variando el contenido de níquel en proporción directa con el contenido de silicio.

5 Los elementos cromo, níquel, manganeso, silicio y nitrógeno, y el equilibrio entre ellos, son críticos en todos los sentidos. La omisión de uno sólo de estos elementos, o la desviación en estos elementos de las gamas indicadas anteriormente dan lugar a la pérdida de una o varias de las propiedades deseadas. El níquel se varía en proporción directa con el
10 contenido de silicio, por las razones que se indican más adelante.

 El contenido de silicio del acero de la invención tiene una importancia particularmente crítica. Aunque no deseamos aceptar sin condiciones esta teoría, se piensa que el silicio, dentro de la gama del 2 al 7%, y más concretamente dentro de la gama del 3 al 5% en peso, realiza una función doble.
15 En primer lugar, parece que modifica la composición de la película superficial de óxido del acero, haciéndola más estable y adhesiva. En segundo lugar, el silicio ejerce una influencia significativa en el porcentaje de endurecimiento por acritud del acero. Un aumento del silicio dentro de los límites establecidos anteriormente da como resultado un aumento en el porcentaje de endurecimiento por acritud.
20

25 Contrariamente al acero de la anteriormente citada patente de los Estados Unidos nº 3.663.215, el silicio no forma un siliciuro de molibdeno, wolframio, vanadio, columbio y/o titanio, en el cual se confía para que imparta resistencia al desgaste al acero de dicha patente. Por el contrario, el silicio
30 presenta en la película superficial de óxido se cree que

5 se dispersa como átomo sustitucional en el látex del óxido, proporcionando una película de óxido de baja resistencia al corte que se adhiere fuertemente a la superficie. Además, al retirar la película superficial de óxido, por ejemplo, por abra-
sión, se forma rápidamente otra película de óxido a las tempe-
raturas ordinarias, por lo que la superficie es, en efecto,
"auto-cicatrizante".

10 Las composiciones preferidas y las más preferidas del acero de la invención son las siguientes, siendo todos los porcentajes en peso:

	<u>Preferidas</u>	<u>Más preferidas.</u>
15 cromo	12 - 19 %	15 - 17 %
níquel	4 - 12 %	6 - 10 %
manganeso	7 - 13 %	7,5 - 8,5 %
15 silicio	3 - 5 %	3,7 - 4,2 %
carbono	0,01 - 0,12 %	0,05 - 0,10 %
nitrógeno	0,03 - 0,3 %	0,10 - 0,20 %
fósforo	0,09% max.	0,07% max.
azufre	0,05% max.	0,03% max.
20 molibdeno	0,75% max.	0,5% max.
cobre	0,75% max.	0,5% max.
hierro	resto	resto

25 Cuando se desea una buena maquinabilidad, estas composiciones se modifican añadiendo azufre en cantidades de un 0,15 a un 0,25% y/o selenio en cantidades de un 0,25 a un 0,50% aproximadamente.

30 Para aumentar la resistencia a la corrosión se necesita al menos un 10% de cromo. Más del 25% de cromo provoca dificultades excesivas en el tratamiento, y altera el equilibrio austenítico de la aleación. Para muchas aplicaciones debe ob-

servarse un máximo del 19%, o incluso del 17% de cromo, con el fin de asegurar una estructura que sea sustancialmente austenítica.

5 El níquel es un formador de austenita, y se necesita al menos un 3% de níquel con el fin de asegurar una estructura austenítica. Con esta finalidad, se añade un 4%, y más preferentemente un 6% de níquel. Dado que el silicio es formador de ferrita, el níquel se añade en proporción directa al contenido de silicio, por ejemplo, cuando el silicio es bajo, el níquel es bajo. Debe observarse un máximo del 15%, o lo que es mejor, 10 un 13% en peso de níquel, ya que la trabajabilidad en caliente del acero queda afectada negativamente con unas cantidades de níquel que superen alrededor de un 13% y ciertamente por encima del 15%. Es también evidente, desde luego, que grandes 15 cantidades de níquel aumentan en gran medida el coste de la aleación. Preferentemente deberá observarse un máximo del 12% de níquel para un contenido máximo y preferido de silicio del 5%, mientras que se prefiere un máximo del 10% de níquel para el contenido máximo y más preferido de silicio del 4,2%.

20 Como se ha dicho anteriormente, el silicio es esencial en una cantidad de al menos el 2% para que imparta su efecto de hacer más estable y adherente la capa superficial de óxido. Por otra parte, se ha comprobado que un aumento en el contenido de silicio aumenta el porcentaje de endurecimiento por acritud del acero de la invención. No obstante, este efecto queda 25 algo mitigado debido a la necesidad de aumentar el níquel en proporción directa al mayor contenido de silicio (para contrarrestar el potencial formador de ferrita del silicio), y un aumento en el contenido del níquel tiende a disminuir ligeramente el porcentaje de endurecimiento por acritud del acero. El 30 efecto claro, sin embargo, es un aumento en el porcentaje de

endurecimiento por acritud cuando se aumenta el contenido de silicio. Por estas razones se prefiere al menos un 3% de silicio, y la cantidad mínima más preferida es de un 3,7% de silicio. No obstante, dado que el silicio es un formador de ferrita, no puede tolerarse una cantidad superior al 7% de silicio, a los niveles de níquel aquí contemplados, con el fin de asegurar una estructura sustancialmente austenítica. Además, un contenido de silicio que supere el 7% afecta negativamente la trabajabilidad en caliente, y para una mejor conformabilidad en frío el contenido de silicio no debe superar el 5%. Para obtener el óptimo en las propiedades, el contenido máximo de silicio es de aproximadamente un 4%.

Aunque el manganeso es un débil formador de austenita, está presente fundamentalmente por su efecto de estabilizador de la estructura austenítica del acero y de mantenedor del nitrógeno en solución sólida. Con esta finalidad, es esencial menos un 5% aproximadamente de manganeso. Más de un 16% de manganeso aproximadamente alteraría el equilibrio de la composición y disminuiría la resistencia general del acero a la corrosión. Preferentemente deberá observarse un máximo del 13%, y aún más convenientemente un máximo del 8,5%, con las gamas de cromo, níquel y silicio anteriormente mencionadas.

El nitrógeno también está presente, siendo la cantidad mínima de un 0,001% aproximadamente, y su adición se hace preferentemente por su efecto como formador de austenita y endurecedor por acritud y fortalecedor del acero. Niveles bajos de nitrógeno no tiene ningún efecto discernible, mientras que debe observarse un contenido máximo del 0,4% de nitrógeno para evitar que se superen los límites de solubilidad del nitrógeno en el acero. Se alcanzan los beneficios óptimos cuando el ni-

trógeno está presente en la gama del 0,03 al 0,3%, o aún mejor dentro de la gama del 0,10 al 0,20%.

5 El molibdeno, el cobre o ambos, pueden estar presentes hasta un máximo del 4% cada uno para mejorar las propiedades a temperaturas elevadas y la resistencia a la corrosión. Cuando no se necesitan estas propiedades mejoradas, se observará un máximo preferido del 0,75%, y aún más preferido del 0,5% para cada uno de estos elementos.

10 Evidentemente, el carbono está presente como impureza, y ordinariamente supondrá un mínimo de aproximadamente un 0,001%. El carbono debe restringirse a un máximo de alrededor 0,25%, a ser posible del 0,12%, y aún más preferible del 0,10% como máximo, ya que el carbón excesivo afecta negativamente la resistencia a la corrosión y la soldabilidad.

15 El fósforo se mantiene en un máximo del 0,09% por razones de soldabilidad y de trabajo en caliente. El azufre puede añadirse hasta un máximo del 0,25% (y/o el selenio hasta un máximo del 0,50%) para mantener una buena maquinabilidad.

20 Aunque el acero de la presente invención muestra una buena resistencia al desgaste, su propiedad fundamental y más excelente es su resistencia a la excoiación.

Ejemplo 1

25 Se preparó una carga de ejemplo, formada fundamentalmente por el 16% de cromo, el 7,4% de níquel, el 8% de manganeso, el 4% de silicio, el 0,09% de carbono, el 0,14% de nitrógeno, el 0,10% de fósforo, el 0,014% de azufre, el 0,02% de molibdeno, el 0,04% de cobre y el resto hierro. La carga se fundió en un horno por inducción, se moldeó en un lingote, se laminó en caliente en un tren laminador convencional, hasta un tamaño

intermedio y se laminó en caliente hasta un diámetro final de una pulgada, se recoció a 1850°F durante media hora y se enfrió rápidamente con agua.

5 La barra recocida del Ejemplo 1 se sometió a pruebas de resistencia a la excoiación y al desgaste. En la Tabla I se resumen los resultados de la prueba sobre la excoiación a efectos de comparación, se probaron en las mismas condiciones una serie de aleaciones de la técnica anterior, informándose también de sus resultados en la Tabla I siguiente.

10

Ejemplo 2

Otra aleación de ejemplo de la invención contenía un 16% de cromo, un 4,0% de níquel, un 13% de manganeso, un 4,0% de silicio, un 0,05% de carbono, un 0,010% de fósforo, un 0,010% de azufre, un 0,10% de molibdeno, un 0,10% de cobre y el resto 15 hierro.

TABLA I

Propiedades de excoiación

Pruebas no lubricadas.

Par y (dureza Brinell)	Resistencia a la excoiación k/pulgada
20 Ejemplo 1 (200)* contra Ejemplo 1 (216)	63**
Ejemplo 1 (216)* contra AISI 304 (140)	54
Ejemplo 1 (200)* contra AISI 430 (190)	36
Ejemplo 1 (200)* contra AISI 440C (555)	64**
Ejemplo 1 (200)* contra AISI 4337 (283)	64**
25 AISI 304 (140) contra AISI 304 (140)	3
AISI 316 (152) contra AISI 316 (152)	4
AISI 410 (375) contra AISI 410 (375)	20
AISI 440C (555) contra AISI 440C (555)	36

	<u>Par y (dureza Brinell)</u>	<u>Resistencia a la ex- coriación K/pulgada²</u>
	AISI 430 (156) contra AISI 430 (156)	4
5	Patente Británica nº 1.301.339 (235) contra Patente Británica nº 1.301.339 (235)	22
	Patente Británica nº 1.301.339 (235) contra AISI 304 (140)	6
	AISI 4337 (509) contra AISI 4337 (509).	3
	*El acero de la presente invención.	
10	**Sin excoiación; supera los límites de la máquina de prueba.	

El procedimiento de prueba utilizado para obtener los datos de la Tabla I suponía la rotación de una sección cilíndrica pulida o fondo en una revolución y a presión contra la superficie pulida de un bloque en una máquina ordinaria de dureza Brinell. Se preparó el botón de muestra perforando un orificio avellanado para recibir la mayor parte de la bola de dureza Brinell expuesta, montándose entonces la muestra en baquelita y puliéndose hasta un acabado de grano 600 en una unidad Buehler Automet para obtener una superficie de prueba relativamente plana, con los bordes ligeramente redondeados. El botón se separó entonces de la baquelita, desbarbándose a mano los bordes. Se pulió un bloque de muestra en ambos lados, y después se lijó a mano hasta un acabado de grano de lija 3/0 equivalente a un acabado de grano 600. Ambas muestras de botón y de bloque fueron desengrasadas por humectación con acetona, y la bola de dureza se lubricó inmediatamente antes de realizar la prueba. El botón se hizo girar lentamente a mano a una carga previamente determinada durante una revolución, y se examinó la excoiación con un aumento de 10x. Si no se observaba excoiación (es decir, ausencia de acumulación del metal, general-

mente al final de una reanura), se probaba un nuevo par de superficie de botón y de bloque, a cargas sucesivamente mayores, hasta que se observa por primera vez la exco^riación. La confirmación se obtenía probando un par o combinación más a una carga superior. Dado que las cargas ligeras no provocaban un contacto completo de las superficies debido a los bordes redondeados del botón, se midió la zona real de contacto a 10x para convertirlo en esfuerzo de exco^riación.

En la Tabla I el botón de muestra es la primera aleación mencionada en cada par y la segunda aleación es el bloque de muestra. Los asteriscos dobles detrás de los esfuerzos de exco^riación indican que la prueba se terminó en dicho punto porque se superaban los límites del equipo de prueba.

Los datos de la Tabla I demuestran que el acero de la presente invención no se exco^ría cuando se gira contra sí mismo a esfuerzos tan elevados como 63 k/pulgada², aún cuando la dureza Brinell es de sólo aproximadamente 200. En contraste con este resultado, los tipos AISI 410 y 4337, con valores de dureza Brinell de 375 y 509, respectivamente, se exco^rían sobre sí mismos a esfuerzos de sólo 20 y 3 k/pulgada², respectivamente. La mejor aleación de la técnica anterior actualmente disponible, a saber el tipo AISI 440C, se exco^ría a sí misma con un esfuerzo de 36 K/pulgada² a pesar de la elevadísima dureza Brinell de 555. El acero de la patente Británica anteriormente mencionada nº 1.301.339 (el análisis de la muestra de prueba dió un 18,0% de cromo, un 1,60% de níquel, un 12,0% de manganeso, un 0,10% de carbono, un 0,34% de nitrógeno y el resto hierro) se exco^ría cuando gira sobre sí misma a un esfuerzo de sólo 22 k/pulgada², aunque la dureza Brinell (235) era aproximadamente igual que la del acero de la invención.

La excelente superioridad contra la excoriación del acero de la invención, al girar sobre sí mismo quedó así claramente demostrada.

5 Otra característica muy significativa de los datos de la Tabla I es el hecho de que las aleaciones convencionales
tales como los tipos AISI 304, 430, 440C y 4337 pueden sufrir
esfuerzos de excoriación mucho mayores cuando se unen al acero
de la presente invención en vez de contra sí mismos. De las
aleaciones standard anteriormente citadas, sólo los tipos 430
10 y 304 mostraron una real excoriación cuando se unieron o acopla-
ron contra el acero de la presente invención, incluso aquí la
excoriación ocurrió a esfuerzos de 36 k/pulgada² respectiva-
mente, en comparación con un esfuerzo de 4 k/pulgada² cuando
se hizo girar contra sí mismo el tipo 430 t de 3 k/pulgada²
15 cuando se hizo girar contra sí mismo el tipo 304. También es
importante observar que el acero de la patente Británica nº
1.301.339 no pudo impedir la excoriación del tipo AISI 304 a
esfuerzos superiores a 6 k/pulgada².

En relación con la dureza informada de la superficie
20 del acero, debe reconocerse que la determinación de la dureza
se hizo antes de someter las muestras a rotación bajo carga.
Dado que el acero de la invención tiene un rápido porcentaje
de endurecimiento por acritud, el endurecimiento ocurrió como
resultado del esfuerzo aplicado, por lo que la dureza final
25 después de una revolución debe considerarse sustancialmente su-
perior a los valores indicados, por lo que al acero de la pre-
sente invención se refiere. Es pues evidente que el mismo efec-
to se obtendría cuando se somete a esfuerzo o carga un artícu-
lo para uso último, es decir, el artículo se endurecería por
30 acritud cuando se colocara en funcionamiento real en una situa-

ción de contacto metal con metal.

5 Debe reconocerse además, como se ha dicho anteriormente, que después de pulir la muestra para prueba se vuelve a formar rápidamente una película superficial de óxido que contiene silicio. En consecuencia, tanto la película de superficie como el endurecimiento rápido por acritud se combinan para alcanzar la excelente resistencia a la excoiación del acero de la invención.

10 En la Tabla II siguiente se informan las pruebas de desgaste y dureza. Una vez más, y a efectos de comparación, se probó en las mismas condiciones un número de aleaciones de la técnica anterior. En la Tabla II se tomó como base de comparación un índice de desgaste de 1,00 para el acero AISI tipo 316. Los valores superiores a 1,00 tienen peor resistencia al
15 desgaste que el Tipo 316.

En la Tabla II se determinó la resistencia al desgaste abrasivo entre metal y metal en la Máquina de desgaste LFW-1 en las condiciones siguientes:

20 Anillo carburizado Rockwell C dureza 64, lubricante agua, carga 30 libras, 3.300 pies, 300 r.p.m.

TABLA II

Propiedades al desgaste

Muestra	Dureza Rockwell	Índice de desgaste
25 Ejemplo 1*	Rb 96	0,30
AISI 440C	Rc 59	0,003
Patente Británica nº 1.301.339**	Rb 92	0,30
Armco 17-4PH	Rc 42	0,51
AISI 316	Rb 78	1,00

Muestra	Dureza Rockwell	Indice de desgaste
AISI 304	Rc 78	1,60
Armco 17-4PH	Rc 32	1,09
5 AISI 416	Rc 38	3,69

*Acero de la presente invención.

**Análisis igual a las muestras de la Tabla I.

Es evidente por la Tabla II que el acero de la presente invención muestra una resistencia al desgaste superior a los tipos AISI 416, 304, 316 y Armco 17-4PH, mientras que la resistencia al desgaste del acero de la Patente Británica nº 1.301.339 es igual a la del acero de esta invención. Aunque el tipo AISI 440C muestra superior resistencia al desgaste que el presente acero, esta aleación de la técnica anterior se la mina con dificultad en láminas, tiras, chapas, varillas o barras, es decir, en forma forjada convencional, y tiene una resistencia a la corrosión relativamente mala.

Todas las pruebas que se informan en las Tablas I y II se realizaron a la temperatura ambiente. No obstante, el acero de la invención mantiene su resistencia a la excoiación ciertamente superior a temperaturas mucho mayores. Por ejemplo, un fabricante de automóviles realizó pruebas cíclicas con motor de combustión interna a temperaturas de hasta 760°C (1400°F) y se observó que todos los aceros inoxidable standard fallaron catastróficamente por agarrotamiento y excoiación en menos de 5 horas. Por el contrario, el acero de la invención no mostró excoiación durante todo el período de la prueba, que fue de 200 horas.

Se comparó la resistencia a la corrosión del acero de la invención con la del acero AISI tipo 304, que en general

se considera tiene una resistencia a la corrosión adecuada para la mayoría de las aplicaciones. En la Tabla III se dan estas comparaciones.

TABLA III

Propiedades contra la corrosión

5

		<u>Ejemplo 1*</u>	<u>AISI 304</u>
	HNO ₃ al 65% en ebullición	IPM 0,006	0,0010
	HCl al 1% a 35°C	IPY 0,038	0,240
	H ₂ SO ₄ al 2% a 80°C	IPY 1,40	0,480
10	Fe Cl ₃ al 10% a la temperatura ambiente	g/pulgada ² 0,050	0,310

(prueba de la corrosión crateriforme).

*Acero de la presente invención.

15 Por los datos expuestos es evidente que el acero de la invención tiene una resistencia a la corrosión similar a la del tipo 304 en ácido nítrico al 65% en ebullición. En ácido sulfúrico al 2%, el acero de la invención tiene una resistencia a la corrosión ligeramente inferior a la del tipo 304. En ambientes que contienen cloruro, especialmente los que provocan corrosiones localizadas o picaduras, el acero de la presente invención tiene una resistencia sustancialmente superior al ataque el tipo 304. Esta resistencia muy superior al ataque por los cloruros se cree que se debe a la película de óxido que contiene silicio sobre el acero de la invención.

20 En la Tabla IV siguiente se dan los datos comparativos sobre las resistencias a la oxidación a temperatura elevada.

TABLA IV
Propiedades de oxidación
Pérdida de peso en mg/cm²

	1038 ^o C (1900 ^o F)	1093 ^o C (2000 ^o F)	1149 ^o C (2100 ^o F)	1204 ^o C (2200 ^o F)
5 Ejemplo 1	-	11,0	13,7	15,8
AISI 304	270,0	-	880,0	-
AISI 310*	-	9,7	9,9	13,0
RA 333**	-	5,7	8,4	12,9

10 * Especificaciones de la fundición: 0,25% máximo de carbono, 24 - 26% cromo, 19 - 22% de níquel, 2% máximo de manganeso, 1,5% máximo de silicio, resto hierro.

15 ** Análisis de la muestra de prueba: 0,05% de carbono, 25% de cromo, 45% de níquel, 1,5% de manganeso, 1,25% de silicio, 3,0% de cobalto, 3,0% de volframio, 3,0% de molibdeno, 18% de hierro.

20 Los resultados de la prueba de resistencia a la ex-
coriación y resistencia a la oxidación a temperaturas elevadas
demuestran que el acero tiene una gran utilidad para la fabri-
cación en componentes y piezas de equipo generador de potencia
en los que intervenga el encendido de combustible (por ejemplo,
25 las válvulas de escape de los motores de combustión interna),
en ambientes tales que exijan una excelente resistencia a la
excoriación, excelente resistencia a la oxidación y elevada
resistencia a temperaturas de hasta 760^oC (1400^oF).

Esta invención proporciona por lo tanto un acero in-
oxidable austenítico que tiene una excelente resistencia a la
excoriación, una buena resistencia al desgaste, una buena ro-
sistencia contra ambientes que contienen cloruro, especialmen-

te ambientes de corrosión localizada o picaduras, y excelente resistencia a la oxidación a elevadas temperaturas. Además, el acero puede trabajarse con el equipo normal en placas, chapas, tiras, barras o varillas, y estos productos forjados pueden fabricarse fácilmente en productos últimos útiles.

En el estado recocido, los productos forjados del presente acero son suficientemente blandos y dúctiles como para permitir una fácil fabricación en cadenas, váculas, correas de metal tejido, sujetadores de diversos tipos, y otros artículos de uso último, en los que se puede encontrar contacto entre metal y metal bajo esfuerzo o carga. El acero de la invención puede soldarse o bronzesoldarse y pueden cortarse, taladrarse, aterrajarse, roscarse y maquinarse de cualquier otra forma en la fabricación de los artículos últimos.

Aunque se han expuesto y descrito específicamente ciertas realizaciones preferidas de la invención debe quedar entendido que la invención no se limita a las mismas, ya que los entendidos en la técnica podrán introducir muchas variaciones, y deberá darse a la invención su interpretación más amplia dentro de los términos de las siguientes reivindicaciones.

NOTA

Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe acerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental; también se hace constar que el invento corresponde a una solicitud de patente presentada en Norteamérica, bajo el número 360.402, de fecha de 14 de mayo de 1973, acogiéndose por lo tanto a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, siendo lo que constituye

la esencia del referido invento y por lo que se solicite Patente de Invención por 20 años en España, sobre: "PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCIÓN DE PRODUCTOS FORJADOS CON EXCELENTE RESISTENCIA A LA EXCORIACIÓN"; caracterizándose por lo siguiente:

5 1.- "Procedimiento para la obtención de productos forjados con excelente resistencia a la exco-
rizado porque comprende las etapas de fundir un acero formado
por un 10-25% de cromo, 3-15% de níquel, 6-16% de manganeso,
10 2-7% de silicio, 0,001-0,25 de carbono, 0,001-0,4 de nitrógeno,
0-4% de molibdeno, 0-4% de cobre, un máximo de aproximada-
mente un 0,09% de fósforo, un máximo de aproximadamente un
0,50% de azufre, un máximo de 0,50% de selenio, y el resto
15 hierro, salvo las posibles impurezas, siendo todos los porcentajes en peso, variando el contenido de níquel en proporción
directa al contenido de silicio; moldear dicho acero en un
lingote; reducir en caliente al tamaño deseado; recocer el ac-
ero reducido en caliente; y enfriar rápidamente en agua, obte-
niéndose de ese modo un producto que tiene una capa superfi-
cial de óxido que contiene silicio.

20 2.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, caracterizado porque el acero está compuesto por
un 12-19% de cromo, un 4-12% de níquel, un 7-13% de manganeso,
un 3-5% de silicio, un 0,01-0,12% de carbono, un 0,03-0,3% de
nitrógeno, aproximadamente un 0,75% máximo de molibdeno, apro-
ximadamente un 0,75% de cobre, aproximadamente un 0,09% máxi-
mo de fósforo, aproximadamente un 0,05% máximo de azufre, y el
25 resto hierro salvo las posibles impurezas.

30 3.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1-4, caracterizado porque el acero consiste en un 15-17%
de cromo, un 0-10% de níquel, un 7,5-8,5 de manganeso, un 3,7-

4,2 de silicio, un 0,05-0,10 de carbono, un 0,10-0,20 de nitrógeno, aproximadamente un 0,5% máximo de molibdeno, aproximadamente un 0,5% máximo de cobre, aproximadamente un 0,07% máximo de fósforo, aproximadamente un 0,03% de azufre, y el resto hierro, a excepción de las posibles impurezas.

5

4.- "Procedimiento para la obtención de productos forjados con excelente resistencia a la excoiación", tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria.

Esta Memoria consta de 22 hojas escritas a máquina por una sola cara.

10

Madrid, 22 ABR. 1976
ARMCO STEEL CORPORATION.

L. GOMEZ ACEBO Y MUDET
D.º.º. Firmador L. Gacía Fernández

Rg