

MÉTODO PARA LA FABRICACIÓN DE UN ELEMENTO MECÁNICO SIN PROCESOS DE FORJA Y EL ELEMENTO MECÁNICO PARA SUJECCIÓN SEGURA DE BOMBAS AEROTRANSPORTADAS OBTENIDO

RESUMEN

La presente invención se relaciona con un nuevo método para la fabricación de elementos de sujeción segura de bombas aerotransportadas tipo MK, que comprende las etapas de elaboración del molde en cascarón, desencerado del molde refractario obtenido en el paso anterior, la consolidación del molde refractario (200f) y colado (200i), así como el elemento o dispositivo obtenido por las etapas anteriores, que supone un método económico, rápido y de alta precisión para la consolidación de estos elementos.

SECTOR TECNOLÓGICO

La presente invención se relaciona con los dispositivos militares de tipo aeronáutico. Específicamente los usados para la sujeción de explosivos, los dispositivos de sujeción de explosivos de peso considerable, como bombas aerotransportadas, así como su expulsión y liberación; se relaciona también con los métodos industriales usados para la fabricación de dichos dispositivos.

ANTECEDENTES

En el sector tecnológico del uso de bombas, y en general las municiones explosivas tipo proyectil o tipo caída libre, es imperativo garantizar la suspensión adecuada de dichos elementos, particularmente cuando son aerotransportadas, de forma que tengan un almacenamiento, suspensión, sujeción y liberación segura.

Dentro del mencionado sector tecnológico, existen diversas normativas que detallan características deseables o mínimas que constituyen a los dispositivos o elementos, nombrados indistintamente a lo largo del presente, que se relacionan con la suspensión de bombas aerotransportadas, de forma que, según especificaciones técnicas detalladas, se garantice una sujeción segura de los mismos, una liberación controlada y garantizada, y las mínimas restricciones posibles para la aeronave en servicio.

Dichas especificaciones contemplan y unifican criterios de acuerdo con tipo de bomba a utilizar, donde estos criterios contemplan el almacenamiento y liberación segura y confiable, especificaciones de carga, vibraciones, modos de falla, interconexiones en la aeronave, e interfaz entre la bomba y los mecanismos de liberación.

5

En relación con la interfaz o elemento de sujeción de las bombas y los mecanismos de liberación, la norma MS3314 y otras relacionadas presentan especificaciones para pernos de sujeción de bombas tales como mecánicas, de carga, de tratamientos térmicos, materiales, dimensionales, de procesos de fabricación, entre otros; se resalta que dichas normas optan por procesos como la forja para la obtención de dichos pernos i.e. MIL-L-81558 y, en consecuencia, el sector productivo ha adoptado la forja como medio de fabricación de estos pernos de sujeción, regulándolo con estándares para este proceso i.e. MIL-F-7190B.

10

15

El proceso de forja se caracteriza por brindar características de uniformidad de composición y estructura, así como por conferir una anisotropía, usada comúnmente en beneficio de las solicitaciones requeridas. Esto teniendo en cuenta que la red cristalina se orienta de manera preferente en la dirección del flujo, permitiendo una resistencia elevada a las solicitaciones de carga, disminuyendo las concentraciones de esfuerzos y facilitando una maquinabilidad posterior sin pérdida de la calidad, debido a la baja porosidad o vacíos en la pieza fabricada; así mismo, generalmente se da un incremento en el esfuerzo de fluencia del material forjado. Sin embargo, la forja implica un equipamiento y maquinaria de mayor costo para desarrollarse, producción a una escala menor, mayores tiempos de mecanizado posterior, un gasto energético mayor y en general, a gran escala termina siendo un proceso más costoso.

20

25

Por otra parte, la microfundición, fundición por revestimiento o fundición a la cera perdida brinda un método de bajo costo de fabricación, con requerimientos de maquinaria de bajo costo, con capacidad de producción en grandes volúmenes, requiere poco o ningún mecanizado posterior debido a sus bajas tolerancias y buen acabado superficial. Ahora bien, debido al proceso de fabricación, la microfundición no controla la microestructura del material, pudiendo presentar inclusiones o vacíos o concentradores de esfuerzos, problemas con puntos calientes en las piezas, que disminuirán la resistencia de la pieza.

30

35

Así las cosas, la microfundición presenta una alternativa para la manufactura de forma económica a gran escala, sin embargo, debido a la alta exigencia en las solicitaciones de

los pernos de sujeción para bombas aerotransportadas, no ha podido ser utilizada, puesto que las propiedades mecánicas se ven aminoradas, no se han previsto alternativas que cumplan con dichas solicitudes y no se ha presentado una solución de bajo costo para este tipo de dispositivos, por lo que supone un reto la utilización de dichos métodos de microfundición en la fabricación de estos elementos de sujeción, así como también puede resultar en contrariedad el utilizar un método con propiedades inferiores a las de la forja como lo es la microfundición para la obtención de dispositivos con solicitudes elevadas como los elementos de sujeción de bombas aerotransportadas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente invención se relaciona con los métodos para la fabricación de elementos o dispositivos (nombrados indistintamente a lo largo del texto) de sujeción de bombas, así como con los elementos obtenidos por dicho método. El método aquí descrito es una alternativa a la forja, que permite la disminución de costos, garantizando el cumplimiento de la normatividad asociada y las solicitudes mecánicas y geométricas propias de los pernos o elementos de sujeción segura para bombas aerotransportadas.

El presente elemento para la sujeción segura de bombas aerotransportadas (100) se caracteriza porque comprende un incremento del área transversal en las secciones laterales de la argolla (101), al menos un incremento del área transversal en la sección superior de la argolla (102).

En relación con el método de fabricación (200) el elemento de sujeción para bombas aerotransportadas (100), comprende etapas seleccionadas de obtención del modelo (200a) que comprende la inyección de cera en una o más cavidades presentes en un molde de inyección; de elaboración de molde en cascarón (cascara cerámica) (200b) que se caracteriza por ser un recubrimiento del modelo o de los racimos con baños cerámicos o elementos refractarios, mediante la inmersión del árbol en sustancias seleccionadas de baños cerámicos, de manera que se obtiene un cascarón de material refractario; desbarbado de material (200c), para eliminar aristas vivas, imperfecciones provistas por las líneas de partición de los moldes previamente usados, entre otros tipos de acabados superficiales menores; procesos de identificación de pieza (200d), para trazabilidad del producto por lotes de fabricación; uno o más ciclos de desencerado de los moldes refractarios (200e) se da para la eliminación o extracción del patrón o modelo descartable de las cavidades formadas por el cascarón refractario; inspección de la integridad del molde

refractario (200g), en la que se evalúa la integridad del molde refractario, verificando que esté libre de fisuras, grietas y no exista desprendimiento de piezas, de presentar una falla, se reparará con la reiteración desde la etapa (200b) o desde la etapa inicial (200a); consolidación del molde refractario (200f) para la conformación y curado del molde refractario; colado (200i) que se caracteriza por verter material en fase líquida a alta temperatura en el molde refractario; solidificación y desmolde (200j), en la cual se espera que el material en fase líquida pase a fase sólida dentro del molde refractario; etapas de corte, acabado e inspección (200k); tratamientos térmicos de endurecimiento (200L) la cual se caracteriza por una elevación de la temperatura del material en cercanías o márgenes superiores seleccionados de punto eutéctico del material, manteniendo dicha temperatura por un tiempo específico y para luego realizar un enfriamiento rápido en medios seleccionados de medios líquidos; tratamientos térmicos de alivio de esfuerzos (200m), que se selecciona de procesos de revenido en los que se disminuyen los efectos de la etapa de tratamientos térmicos de endurecimiento (200L) relacionados con las tensiones generadas por un enfriamiento desigual de las capa superficial y el núcleo o capa interna del dispositivo seguro de sujeción de bombas aerotransportadas (100) y recubrimiento (200o) que busca la protección superficial del dispositivo de sujeción.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La Figura 1 muestra una comparativa entre el perno según norma y el incremento de las áreas transversales.

La Figura 2 muestra el perno bajo norma como fig.2a con vistas de corte D-D y E-E mostrando las áreas tradicionalmente usadas, y el perno de la presente invención como fig.2b con vistas de corte F-F y G-G con el incremento de las áreas transversales.

La Figura 3 muestra un modelo tridimensional del racimo según la etapa de obtención del modelo (200a), así como una vista de sección de este.

La Figura 4 muestra un modelo tridimensional del molde refractario según la etapa de elaboración del molde en cascarón (200b), así como una vista de sección de este.

La Figura 5 muestra una curva de sinterizado de acuerdo con la etapa de consolidación del molde refractario (200f).

La Figura 6 muestra una curva de tratamientos térmicos de endurecimiento (200L).

La Figura 7 muestra una curva de tratamientos térmicos de alivio de esfuerzos (200m).

La Figura 8 muestra aspectos relevantes constitutivos de los ensayos a los elementos de sujeción de bombas. En la Figura 8a se muestran las direcciones de aplicación de las cargas para ensayos a tracción y en la Figura 8b se muestran los requisitos de la muestra para ensayos de impacto.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La presente invención se relaciona con los métodos para la fabricación de elementos o dispositivos (nombrados indistintamente a lo largo del texto) de sujeción de bombas, así como con los elementos obtenidos por dicho método. El método aquí descrito es una alternativa a la forja, que permite la disminución de costos, garantizando el cumplimiento de la normatividad asociada y las solicitudes mecánicas y geométricas propias de los pernos o elementos de sujeción segura para bombas aerotransportadas.

El presente método se caracteriza por la utilización de materiales que pueden ser fundidos y tratados térmicamente, seleccionados de aceros, aceros de baja aleación, aceros de alta aleación, entre otros. En la modalidad preferida de la invención dichos materiales se seleccionan de aceros microaleados o aceros de alta resistencia de baja aleación (High Strength Low-Alloy - HSLA), aceros comerciales o usados en conjunto con otros elementos aleantes.

En el proceso de fabricación de elementos o dispositivos de sujeción segura para bombas aerotransportadas comprende diferentes etapas principalmente las de microfundición y tratamientos térmicos. Adicionalmente la presente invención comprende diferentes etapas del proceso productivo.

El presente elemento para la sujeción segura de bombas aerotransportadas (100) se caracteriza porque comprende un incremento del área transversal en las secciones laterales de la argolla (101), como se muestra en el corte de sección F-F en la Figura 2b, en porcentajes seleccionados entre porcentajes comprendidos entre el 2.5% y el 12.5%, de mayor preferencia comprendidos entre el 9% y el 10.5%.

Además, el perno para sujeción de bombas aerotransportadas (100) se caracteriza porque comprende un incremento del área transversal en la sección superior de la argolla (102), como se muestra en la sección de corte G-G en la Figura 2b en porcentajes seleccionados entre el 2.5% y el 65%, de mayor preferencia en porcentajes seleccionados entre el 35% y el 55%. En la modalidad preferida de la invención los incrementos del área transversal en la sección superior de la argolla (102) se relacionan con incrementos entre el 40% y el 52%. Así las cosas, se da un incremento en los lineamientos determinados en la norma MS3314, a la vez que se satisfacen los requerimientos técnicos, geométricos y espaciales, puesto que el elemento para sujeción de bombas aerotransportadas (100) garantiza un transporte, acople y desacople seguro en la aeronave o espacio de almacenamiento.

Por su parte, incremento del área transversal en las secciones laterales de la argolla (101), se caracterizan por tener un incremento del área transversal, donde dicho incremento puede ser un incremento porcentual progresivo o ser un incremento porcentual simple o constante. Así las cosas, dichos incrementos porcentuales tienen como referente al arte previo definido en el estándar militar MS3314, y se seleccionan entre incrementos del 2 % al 20 %, de mayor preferencia comprendidos entre 5% y 15% y de aún mayor preferencia comprendidos entre 8 y 12%. Se resalta como el arte previo contempla un área máxima como se muestra en la Figura 2a, en la sección de corte D-D y señalada como A. V de 139.61 mm², la presente invención incrementa el área de manera que se acopla y desacopla efectivamente de la aeronave probados tanto en laboratorio, como en combate; la modalidad preferida de la invención comprende secciones laterales de la argolla (101) con un área de 153.7 mm² ± 5%, como se muestra en la Figura 2b en la vista de sección F-F y señalada como A.VII.

El incremento del área transversal en la sección superior de la argolla (102), se caracteriza por comprender un área mayor a la determinada por estándar militar MS3314, sin comprometer su funcionamiento para suspensión, permitir la libre inserción y liberación en los medios de anclaje en la aeronave, donde dichos incrementos del área transversal en la sección superior de la argolla (102), se caracterizan por comprender incrementos seleccionados entre el 10% y 50%, de mayor preferencia incrementos comprendidos entre 20% y 40% y de aún mayor preferencia incrementos comprendidos entre 30% y 35%, de la misma forma, en la Figura 2b se muestra un cambio en el perímetro y forma geométrica de la sección transversal. Se resalta como el arte previo contempla un área máxima como se muestra en la Figura 2a, en la sección de corte E-E como A.VI de 129.42 mm², la presente invención incrementa el área de manera que se acopla y desacopla efectivamente

de la aeronave probados tanto en laboratorio, como en combate; la modalidad preferida de la invención comprende un incremento del área transversal en la sección superior de la argolla (102) de $171.78 \text{ mm}^2 \pm 15\%$, como se muestra en la Figura 2b en la vista de sección G-G como A.VIII.

5

Asimismo, en la Figura 1 se muestra un corte longitudinal del elemento de sujeción para bombas aerotransportadas (100) de la presente invención, bajo dos líneas de corte denominadas A-A y B-B y sobrepuesto a este, con un color gris se muestran las mismas líneas de corte sobre el elemento de sujeción del arte previo, se resalta como el área comprendida en la sección A-A del arte previo se denomina A.II y el área comprendida por el elemento de sujeción de la presente invención se denomina A.I. También, en la sección de corte B-B el área A.III hace referencia al área comprendida por el elemento de sujeción de la presente invención y el A.IV hace referencia al área del arte previo. El incremento de A.I respecto de A.II se selecciona entre incrementos porcentuales comprendidos entre el 2% y el 10%, de mayor preferencia entre el 4% y el 8%, y de aún mayor preferencia el incremento del área transversal es del $6\% \pm 1\%$; por otra parte, el incremento de A.III respecto de A.IV se selecciona entre incrementos porcentuales comprendidos entre el 2% y el 10%, de mayor preferencia entre el 4% y el 8%, y de aún mayor preferencia el incremento del área transversal es del $6.5\% \pm 1\%$. Se resalta como dichos incrementos difieren notablemente de los contemplados en (101) y (102), por lo que al elemento de sujeción de bombas aerotransportadas (100) no es un incremento de tamaño exclusivamente y supone una ventaja técnica el incremento mínimo de estos respecto de los contemplados por (101) y (102) puesto que se pueden suspender, acoplar y desacoplar efectivamente de la aeronave e incrementan la resistencia del elemento de sujeción y propenden por formas que alivian las concentraciones de esfuerzos durante su uso, donde dichos incrementos se derivan de la experimentación tanto en laboratorio, como en combate.

10

15

20

25

El elemento de sujeción segura de bombas aerotransportadas comprende incrementos de áreas seleccionados de: el incremento del área transversal (A.VII) en las secciones laterales de la argolla (101) respecto al área máxima (A.V) de 139.61 mm^2 en un porcentaje comprendido entre el 2% y el 20%; incremento del área transversal (A.VIII) en la sección superior de la argolla (102) respecto al área máxima (A.VI) de 129.42 mm^2 en un porcentaje comprendido entre el 10% y el 50%.

30

35

En relación con el método de fabricación (200) el elemento de sujeción para bombas aerotransportadas (100), como una etapa preparativa, se da la elaboración de un modelo que contempla las contracciones del material en materiales seleccionados de ceras, plásticos, polímeros, entre otros materiales utilizados en la elaboración de patrones o modelos descartables, de mayor preferencia se utiliza cera industrial 3185T microfunción bajo el proceso de inyección en molde permanente. Dicha etapa previa, la cual es opcional, llamada obtención del modelo (200a) comprende la inyección de cera en una o más cavidades presentes en un molde de inyección. Las cavidades de los moldes comprenden dimensiones ligeramente superiores en zonas seleccionadas de zonas de la pieza que requieran de operaciones de remoción de material, desprendimiento de viruta o mecanizado, así como ángulos de desmoldeo, contracción por enfriamiento, entre otros tipos de aumentos dimensionales propios del proceso de inyección en molde.

El método de fabricación de un elemento mecánico para sujeción segura de bombas aerotransportadas sin proceso de forja comprende etapas seleccionadas de incremento del área transversal que incluyen el incremento del área transversal (A.VII) en las secciones laterales de la argolla (101) respecto al área máxima (A.V) de 139.61 mm² en un porcentaje comprendido entre el 2% y el 20%; incremento del área transversal (A.VIII) en la sección superior de la argolla (102) respecto al área máxima (A.VI) de 129.42 mm² en un porcentaje comprendido entre el 10% y el 50%.

En una modalidad de la presente invención, para la obtención del modelo (200a) se utilizan moldes de la pieza final, para luego unirlos al sistema de alimentación a manera de árbol o racimo, que implica flexibilidad en el proceso, pudiendo reemplazar las piezas fácilmente y un costo menor en la elaboración del molde; así como la posibilidad de utilizar ceras reutilizadas en los sistemas de alimentación, debido a los requisitos dimensionales menores de estos.

En otra modalidad de la invención, para la obtención del modelo (200a) se utilizan moldes permanentes de inyección con el modelo final del árbol o racimo que incluye los modelos de los dispositivos, de forma que el proceso de fabricación reduce considerablemente los tiempos de fabricación, mejora la repetitividad de este y disminuye posibles fallos debido al pegado manual de los modelos en el racimo.

La etapa de obtención del modelo (200a) en una modalidad de la invención, comprende la inyección de cera en un molde, así como comprende el calentamiento de la cera hasta

puntos cercanos al punto de fundición, seleccionados de temperaturas comprendidas entre 40°C y 70°C, de mayor preferencia entre 50°C y 65°C, que permitan fluir a la cera sin cristalizarla o evaporarla, para su posterior inyección en molde mediante presiones de inyección seleccionadas entre 1000 kPa y 12000 kPa, de mayor preferencia seleccionadas entre 2000 kPa y 8000 kPa; para finalmente enfriar las réplicas obtenidas mediante inmersión en líquidos seleccionados de agua en conjunto con estabilización y enfriamiento a temperatura ambiente, de forma que se aseguren la tenacidad e integridad superficial de la pieza y, en consecuencia, del revestimiento o molde por baños cerámicos.

Como etapas adicionales e intermedias entre la etapa (200a) y etapa (200b) del presente método, se incluyen etapas de desbarbado de material (200c); para eliminar aristas vivas, imperfecciones provistas por las líneas de partición de los moldes previamente usados, entre otros tipos de acabados superficiales menores. También, se incluyen procesos de identificación de pieza (200d), para trazabilidad del producto por lotes de fabricación, así como para procesos estadísticos y de calidad, dicha identificación en una modalidad de la presente invención se realiza bajo operaciones seleccionadas de identificación en bajo relieve.

Seguido a esto, la etapa de elaboración de molde en cascarón (cascara ceramica) (200b) se caracteriza por ser un recubrimiento del modelo o de los racimos con baños cerámicos o elementos refractarios, mediante la inmersión del árbol en sustancias seleccionadas de baños cerámicos, de manera que se obtiene un cascarón de material refractario. En una modalidad de la presente invención, la elaboración de molde en cascarón (200b) se caracteriza porque los baños cerámicos se hacen mediante la inmersión en sustancias seleccionadas de aglutinantes y lodos refractarios tales como etil silicato hidrolizado, para después aplicar baños cerámicos secos seleccionados de materiales refractarios tales como arena sílice, entre otros; la inmersión en sustancias aglutinantes y la aplicación de baños cerámicos secos tiene lugar de manera reiterativa, previendo un tiempo de secado en cada iteración, en una modalidad de la presente invención se realizan 8 baños húmedos y 7 baños secos, y donde la mención de estas sustancias y cantidad de iteraciones no podrán ser una limitante, puesto que una persona versada en la materia comprende como elaborar cascarones refractarios seleccionando materiales y cantidad de baños, según el volumen del racimo, por lo que podrán ser usadas diversidad de sustancias, cantidades de aplicación e iteraciones, incluso si no han sido mencionadas, cumpliendo con el espíritu de la presente invención.

Seguido a esto, el proceso de desencerado de los moldes refractarios (200e) se da para la eliminación o extracción del patrón o modelo descartable de las cavidades formadas por el cascarón refractario, de manera que se extrae por procesos de fusión de la cera, a temperaturas menores a las de fusión o sinterización del cascarón, de forma que se asegura la integridad del último. En una modalidad de la presente invención, los modelos descartables se extraen mediante el uso de solventes.

Dicho desencerado de los moldes refractarios (200e) en una modalidad de la invención se realiza de forma iterativa, pudiendo realizarse en autoclave o máquinas similares, bajo condiciones relacionadas con el volumen a desalojar y geometría del modelo descartable, el espesor del cascarón, entre otros, por lo que el cascarón refractario es introducido con el bebedero apuntando hacia el suelo, para que, por gravedad el modelo descartable sea desalojado.

En la modalidad de la invención en que se utiliza autoclave para el desencerado de los moldes refractarios (200e), de manera preferente se utilizan presiones comprendidas entre los 340 kPa y los 1400 kPa, de mayor preferencia entre 760 kPa y 830kPa, así como temperaturas mayores a la temperatura de fusión del modelo descartable, que, para la modalidad en que este es en cera virgen se prefieren temperaturas comprendidas entre 120°C y 150°C, realizándose uno o más ciclos de desencerado,

Posteriormente, se adelanta la operación de consolidación del molde refractario (200f), de forma que el molde es cocido o curado, se evaporan impurezas, sobrantes del modelo descartable, de manera que la consolidación del material fundido no contenga impurezas, ni inclusiones. En una modalidad de la invención, la consolidación del molde refractario (200f) se selecciona de operaciones de sinterizado. Previo a la etapa de sinterizado para la consolidación del molde refractario (200f) existe una etapa opcional de inspección de la integridad del molde refractario (200g), en la que se evalúa la integridad del molde refractario, verificando que esté libre de fisuras, grietas y no exista desprendimiento de piezas, de presentar una falla, se reparará con la reiteración desde la etapa (200b) o desde la etapa inicial (200a).

En la modalidad de la invención en que la etapa de consolidación del molde refractario (200f) se selecciona de operaciones de sinterizado, se aprovecha que dicha operación eleva la temperatura de los moldes refractarios para disminuir el choque térmico propio de los moldes a temperatura ambiente, durante el proceso de colado. De manera preferente

la operación de sinterizado se da en temperaturas seleccionadas entre la temperatura ambiente y al menos el 52% de la temperatura de fusión del material colado, de mayor preferencia en rangos entre temperatura ambiente y 90% de la temperatura de fusión del material del molde refractario; esto con el objetivo de eliminar la diferencia entre la temperatura de fusión del material colado y el molde refractario, de forma que, entre menor sea la diferencia, menor será el choque térmico, por lo que se entiende que se comprenden mayores temperaturas, en la Figura 5 se muestra una curva del horno de sinterizado para la consolidación del molde refractario (200f), donde se aprecia una modalidad preferente entre 0°C y 1100°C durante 4 horas con múltiples pendientes en el incremento de temperatura, también se aprecian dos curvas adicionales en los que la invención comprende su funcionamiento, otorgando unos rangos a la temperatura de sinterizado en los que existe una efectiva consolidación del molde refractario (200f).

Durante la etapa de consolidación del molde refractario (200f) y posterior a esta, se tiene lugar la etapa opcional de eliminación de impurezas (200h), en la cual se retira el molde refractario del horno de sinterizado y se eliminan las impurezas por medio de mecanismos de limpieza seleccionados de aplicación de aire a presión, aplicación de solventes, entre otros medios y procesos usados para la eliminación de impurezas, de preferencia no metálicas.

La etapa de colado (200i) se caracteriza por verter material en fase líquida a alta temperatura en el molde refractario sinterizado a 1100 °C, de manera que una vez solidificado dicho material en fase sólida adquiere la forma definida por el molde refractario. Se resalta como las etapas comprendidas por el presente método no utilizan el proceso de forja, determinada en los estándares MIL-F-7190B, MIL-L-81558, entre otros, de forma que se presenta una nueva alternativa para la producción y elaboración de estos dispositivos, no contemplada en el estado de la técnica, debido a la asociación de la forja con propiedades mecánicas superiores, a la estandarización de la forja en la producción de los elementos de sujeción de bombas aerotransportadas, todo esto, sin contemplar posibles variaciones que cumplan con las especificaciones técnicas, dimensionales y mecánicas, como lo detalla la presente invención.

Respecto a la etapa de colado (200i), en una modalidad de la presente invención, el material en fase líquida se selecciona entre los materiales comprendidos por los aceros microaleados o aceros de alta resistencia de baja aleación (High Strength Low-Alloy - HSLA), comerciales o usados en conjunto con otros elementos aleantes. Se contemplan

aceros donde sus elementos aleantes se seleccionan de níquel, cromo, molibdeno, manganeso, vanadio, sílice y carbono.

En una modalidad de la invención, la etapa de colado (200i) se caracteriza por ser una aleación seleccionada de aceros de alta resistencia y baja aleación, aceros de baja aleación, de mayor preferencia los seleccionados de aleaciones al molibdeno, al níquel, aleaciones al cromo-molibdeno, aleaciones al cromo-molibdeno-vanadio, aleaciones al cromo-molibdeno-níquel, aleaciones al cromo-molibdeno-níquel-vanadio, entre otros tipos de aceros de baja aleación, donde sus elementos aleantes son menores al 12%. En la modalidad preferida de la invención, la aleación en la colada se selecciona de aleaciones cromo-níquel-molibdeno, con elementos aleantes adicionales seleccionados de vanadio, entre otros elementos refinadores de grano, así como la inclusión de ferrovanadio en el proceso de fundición.

En una modalidad de la invención, la composición química de los elementos aleantes, comprenden elementos seleccionados de carbono desde 0.38% a 0.43%, silicio desde 0.15% a 0.5%, manganeso desde 0.6% a 0.8%, molibdeno en 0.18% a 0.32%, cromo en proporciones de 0.67% a 0.93%, níquel de 1.6% a 2.05% y puede comprender la adición de vanadio de 0.01% a 1.9%, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1

Elemento	Peso %
C	0,38% - 0,43
Si	0,15% - 0,5
Mn	0,6% - 0,8
P	0.035% Max.
S	0.04% Max.
Cr	0,67% - 0,93
Ni	1,6% - 2,05
Mo	0,18% - 0,32
V	0,04% - 1,9
Fe	Balance

En la modalidad preferida de la invención, la composición química de los elementos aleantes, comprenden elementos seleccionados de carbono desde 0.38% a 0.43%, silicio desde 0.37% a 0.47%, manganeso desde 0.7% a 0.85%, molibdeno en 0.25% a 0.30%,

cromo en proporciones de 0.70% a 0.80%, níquel de 1.90% a 2.00% y puede comprender la adición de vanadio de 0.065% a 0.100%, como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2

Elemento	Peso %
C	0,38 - 0,43
Si	0.37- 0.47
Mn	0.70 - 0.85
P	0.035% Max.
S	0.04% Max.
Cr	0.70 - 0.80
Ni	1.90 - 2.00
Mo	0.25 - 0.30
V	0.065 - 0.1
Fe	Balance

5

Como etapa posterior a la etapa de colado (200i) tiene inicio a la etapa de solidificación y desmolde (200j), en la cual se espera que el material en fase líquida pase a fase sólida dentro del molde refractario, se solidifique y llegue a temperatura ambiente, para luego retirar el molde refractario y eliminar los restantes de este (Desmolde). En una modalidad de la invención, justo después de la etapa de colado (200i), durante el inicio de la etapa de solidificación y desmolde (200j) se adiciona dentro del racimo ferrux gris (exotérmico) o cascarilla de arroz, para minimizar las pérdidas de temperatura del metal por irradiación y mejorar la calidad del material fundido. En una modalidad de la invención la etapa de desmolde (200j) se hace bajo operaciones seleccionadas de descascarado, granallado, arenado, entre otro tipo de operaciones de remoción de material por medios neumáticos y abrasivos, de manera que se mantiene la integridad del elemento para sujeción de bombas aerotransportadas (100).

10

15

20

Adicionalmente, el método aquí descrito comprende de manera opcional las etapas de corte, acabado e inspección (200k). Durante la etapa de cortes se realiza la separación del elemento de sujeción de bombas aerotransportadas (100) del racimo o árbol, mediante el corte de los canales de alimentación, guardando una distancia prudencial para evitar calentamientos excesivos de la pieza y consecuentes perdida de las propiedades estructurales deseadas, así como se da un terminado para su montaje en la maquinaria o

equipos de mecanizado o remoción de material. Durante la etapa de mecanizado, maquinado o remoción de material tienen lugar las etapas de remoción que generan y corrigen las geometrías sobrantes, de manera que durante esta etapa se generan las operaciones de torneado, fresado, mandrinado o roscado, entre otras, de forma que se obtienen dimensiones cercanas a la pieza final, en etapas posteriores a la realización de los tratamientos térmicos; Toda vez que se requiere la conservación de las propiedades geométricas de las operaciones de roscado, que pueden ser alteradas dimensionalmente o que pueden sufrir distorsiones durante los tratamientos térmicos.

Ulteriormente, tiene lugar la etapa de tratamientos térmicos de endurecimiento (200L), la cual se caracteriza por una elevación de la temperatura del material en cercanías o márgenes superiores seleccionados de punto eutéctico del material, manteniendo dicha temperatura por un tiempo específico y para luego realizar un enfriamiento rápido en medios seleccionados de medios líquidos. Dicho aumento de temperatura comprende unas consideraciones en el incremento de la misma, de forma que no se generen tensiones térmicas, deformaciones o grietas; por lo que comprende una zona inicial de precalentamiento, para aliviar las posibles tensiones originadas por la baja conductividad térmica del acero a bajas temperaturas, donde dicho precalentamiento tiene lugar en incrementos desde la temperatura ambiente seleccionados desde 0.2°C/s hasta valores de 2.5°C/s durante tiempos seleccionados entre 100s y 3500s, de mayor preferencia desde 0.5°C/s hasta valores de 1°C/s durante tiempos seleccionados entre 300s y 1200s y aún más preferente en incrementos desde 0.75°C/s hasta valores de 0.85°C/s durante tiempos seleccionados entre 500s y 800s, para luego mantener la temperatura alcanzada de precalentamiento, donde la temperatura de precalentamiento se selecciona desde los 420°C hasta los 580°C durante tiempos seleccionados entre los 900s a 3600s, de mayor preferencia temperaturas seleccionadas desde los 450°C hasta los 550°C durante tiempos seleccionados entre los 1200s a 2700s, y en la modalidad preferida de la invención temperaturas seleccionadas desde los 490°C hasta los 510°C durante tiempos seleccionados entre los 1500s a 2100s; donde dichos incrementos buscan minimizar los efectos derivados de los cambios bruscos de temperatura, y donde sus tiempos de duración prevén que la temperatura alcance el interior de la pieza, que en caso del elemento de sujeción de bombas aerotransportadas (100) en su versión de 1000lb se determina en tiempos de sostenimiento del precalentamiento comprendidos. En una modalidad preferida de la invención, se muestra la curva de tratamientos térmicos en la Figura 6, los cuales son comprendidos por la presente invención, en dicha se aprecian diferentes rangos que permiten llevar a cabo correctamente la etapa de tratamientos

térmicos de endurecimiento (200L).

Durante la etapa de tratamientos térmicos de endurecimiento (200L), específicamente posterior al proceso de precalentamiento y sostenimiento del precalentamiento, se da un incremento comprendido como elevación a temperatura de austenización, desde la temperatura de sostenimiento del precalentamiento seleccionados desde 0.025°C/s hasta valores de 1°C/s durante tiempos seleccionados entre 600s y 14400s, de mayor preferencia desde 0.1°C/s hasta valores de 0.4°C/s durante tiempos seleccionados entre 500s y 5000s y aún más preferente en incrementos desde 0.16°C/s hasta valores de 0.25°C/s durante tiempos seleccionados entre 800s y 3000s; para luego mantener la temperatura de austenización, donde la temperatura de austenización se selecciona desde los 800°C hasta los 1000°C durante tiempos seleccionados entre los 300s a 10800s, de mayor preferencia temperaturas seleccionadas desde los 830°C hasta los 900°C durante tiempos seleccionados entre los 2400s a 5400s, y en la modalidad preferida de la invención temperaturas seleccionadas desde los 845°C hasta los 875°C durante tiempos seleccionados entre los 3300s a 3900s; de forma que el material de la pieza alcance la fase austenización completamente, se evite la descarburización y la formación de calamina, así como evita que el óxido de hierro llegue a la superficie de la pieza manteniendo su composición química y brindando así una estructura adecuada para el temple, homogenizando la austenita, que en caso del elemento de sujeción de bombas aerotransportadas (100) en su versión de 1000lb se determina en tiempos de sostenimiento de homogenización de austenita comprendidos entre 600s y 14400s, de mayor preferencia entre 1800s y 9000s, de aún mayor preferencia 2700s y 4500s. En una modalidad preferida de la invención, se muestra la curva de tratamientos térmicos en la Figura 6.

Durante la etapa de tratamientos térmicos de endurecimiento (200L), específicamente posterior al proceso de elevación a temperatura de austenización, se da una rápida disminución desde la temperatura de sostenimiento de homogenización de austenita, mediante inmersión en fluidos seleccionados entre aire, agua, aceite, baños en plomo, entre otros. En la modalidad preferida de la invención el enfriamiento o temple se da en aceite, a temperaturas comprendidas entre temperatura ambiente y 120°C, de mayor preferencia entre 40°C y 160°C, y de aún mayor preferencia entre 55°C y 70°C mediante inmersión, hasta que la temperatura de la pieza descienda a un punto inferior de la temperatura de precalentamiento, de aún mayor preferencia hasta la temperatura ambiente, de forma que se prevé una agitación para evitar el calentamiento excesivo del medio líquido para el temple, comprendido durante tiempos seleccionados entre 120s y

1800s, de mayor preferencia entre 200 s y 1200s, y de aún mayor preferencia entre 240s y 900s, en otra modalidad de la invención, se caracteriza por la inmersión en medios líquidos, sin agitar. En la modalidad de la invención que se comprende la inmersión con agitación del medio o de la pieza, de forma que el enfriamiento tenga lugar en tiempos reducidos, con un grado mayor de homogeneidad, y se lleguen a durezas superiores; dicha agitación se comprende como una agitación a niveles mayores o iguales al 50% durante los primeros instantes de inmersión e inferiores o iguales al 50% en la etapa posterior, de mayor preferencia una agitación a niveles mayores o iguales al 60% durante los primeros instantes de inmersión e inferiores o iguales al 60% en la etapa posterior.

Posterior a la etapa de tratamientos térmicos de endurecimiento (200L), tiene lugar la etapa de tratamientos térmicos de alivio de esfuerzos (200m), que se selecciona de procesos de revenido en los que se disminuyen los efectos de la etapa de tratamientos térmicos de endurecimiento (200L) relacionados con las tensiones generadas por un enfriamiento desigual de las capa superficial y el núcleo o capa interna del dispositivo seguro de sujeción de bombas aerotransportadas (100), por lo que se da una elevación de la temperatura que permita el alivio de dichas tensiones superficiales. Dicha etapa de tratamientos térmicos de alivio de esfuerzos (200m) en una modalidad de la invención, tiene lugar en periodos prolongados de tiempo, generalmente superiores a 1800s de mayor preferencia en tiempos comprendidos entre 5400s y 9000s, a temperaturas seleccionadas entre 400°C y 800°C, de mayor preferencia, entre 520°C y 600°C, y de aún mayor preferencia entre 550°C y 570°C, para posteriormente enfriarse en horno o al contacto con el ambiente. En una modalidad de la invención en la Figura 7, se muestra la curva preferente, así como diferentes curvas en las que es posible llevar a cabo de manera satisfactoria la etapa de tratamientos térmicos de alivio de esfuerzos.

Dichos tratamientos térmicos de endurecimiento (200L) o los tratamientos térmicos de alivio de esfuerzos (200m), en una modalidad de la invención, se caracterizan por tener lugar en hornos con atmósfera controlada u hornos de vacío, que garantizan en mayor medida la composición química de los elementos de sujeción de bombas aerotransportadas (100), así como generan una cámara libre de impurezas, que minimiza los efectos adversos en la calidad de estos. En dicha modalidad, la presión es menor a la presión atmosférica y se selecciona entre 10^{-2} mbar hasta 10^{-5} mbar, que muestra un incremento porcentual en las pruebas de resistencia a la tracción del elemento de sujeción de bombas aerotransportadas (100) de entre el 4% y 8%.

Por último, después de las operaciones de mecanizado opcionalmente se da un proceso de recubrimiento (200o) que busca la protección superficial del dispositivo de sujeción segura para bombas aerotransportadas (100), seleccionada de procesos de recubrimiento superficial de pintura, irisado, cincado, cromado, pasivado irisado, entre otros procesos de tratamiento superficial.

De forma opcional, y posterior a cualquiera de las etapas que implican una solidificación del elemento de sujeción para bombas aerotransportadas (100) se da una inspección (200p), donde dicha inspección se selecciona de inspección no destructiva, seleccionada de inspección visual, partículas magnéticas, ultrasonido, radiografía, líquidos penetrantes, electromagnetismo, emisión acústica, entre otros, que buscan evaluar la integridad e idoneidad del elemento de sujeción para bombas aerotransportadas, de manera que cumpla con los requerimientos, estándares y solicitudes, evitando fallas durante el proceso.

El cumplimiento de los estándares esperados para el elemento de sujeción para bombas aerotransportadas, que, han sido establecidos bajo el precepto de que el perno se realizará por operaciones de forja, debido al flujo continuo del grano, que implica una resistencia mejorada de las piezas elaboradas bajo este método respecto a las piezas fundidas; por lo que, existe la necesidad de un método de menor costo para fabricación de este tipo de elementos, sin embargo, los métodos relacionados con la fundición o microfundición no cuentan con la resistencia óptima; prueba de esto, se expone en los siguientes ejemplos.

EJEMPLO 1

Se realiza perno de sujeción en material acero AISI 4340 con la composición química detallada en la Tabla 3, mecanizado bajo las etapas (200b), (200c), (200f), (200i) y con tratamientos térmicos de bonificado, se realiza mediante operaciones de forja, y se realizan ensayos a tensión con 177.92 kN (40.000 lbs) en dirección vertical (Z) - Requisito: NO debe presentar ruptura, de tensión a un ángulo respecto de la vertical de 6° (W) con 155.69 kN (35.000 lbs) - Requisito: NO debe presentar ruptura, a un ángulo respecto de la vertical de 6° (W) con 120.1 kN (27.000 lbs) - Requisito: NO debe presentar deformación permanente, de tensión a un ángulo respecto de la vertical de 35° (X) con 103,64 kN (23.300 lbs) - Requisito: NO debe presentar ruptura, de tensión a un ángulo respecto de la vertical de 35° (X) con 80,06 kN (18.000 lbs) - Requisito: NO debe presentar deformación permanente; (detallados en Figura 8A) ensayos de impacto en mostrados en la Figura 8B, donde el

elemento de sujeción de impactarse con una carga de de 271.16 Nm (200ft lb) aplicada en la dirección “Z” con masa de 9.28kg (20lb) a una altura en caída libre de 3.3m (10ft), El impacto deberá ser aplicado sobre un yunque que tenga una superficie plana de ¼” de diámetro y una dureza mínima de HRC 60, de acuerdo a especificaciones de la norma MIL-L_81558 y los resultados de cinco (5) ensayos se relacionan en la Tabla 4.

Tabla 3

Elemento	Peso %
C	0.39 – 0.41
Si	0.30
Mn	0.78
P	0.015
S	0.013
Cr	0.78
Ni	0.21
Mo	1.66
Fe	Balance

Los ensayos de tensión se realizan con 177.92 kN (40.000 lbs) en dirección vertical (Z) - Requisito: NO debe presentar ruptura.

Tabla 4

Ensayo	Dureza (HRC)	Resistencia Tracción (KN)	OBSERVACIONES	Requisito Norma MIL-STD-8591
No.1	36	208.49	Llevado a la fractura	Cumple Norma.
No.2	37	200.50	Llevado a la fractura	Cumple Norma.
No.3	37	200.12	Llevado a la fractura	Cumple Norma.
No.4	37	207.24	Llevado a la fractura	Cumple Norma.
No.5	40	198.44	Llevado a la fractura	Cumple Norma.

EJEMPLO 2

Se realiza perno de sujeción microfundido, tomando como modelo para fundir cavidad perno forjado en material Acero AISI 4340 con composición química detallada en la Tabla 5, mecanizado bajo las etapas (200b), (200c), (200f), (200i) sin adición de vanadio, donde los ensayos realizados incluyen: ensayos a tensión con 177.92 kN (40.000 lbs) en dirección

vertical (Z) - Requisito: NO debe presentar ruptura, de tensión a un ángulo respecto de la vertical de 6° (W) con 155.69 kN (35.000 lbs) - Requisito: NO debe presentar ruptura , a un ángulo respecto de la vertical de 6° (W) con 120.1 kN (27.000 lbs) - Requisito: NO debe presentar deformación permanente, de tensión a un ángulo respecto de la vertical de 35° (X) con 103,64 kN (23.300 lbs) - Requisito: NO debe presentar ruptura de tensión a un ángulo respecto de la vertical de 35° (X) con 80,06 kN (18.000 lbs) - Requisito: NO debe presentar deformación permanente; (detallados en Figura 8A) ensayos de impacto en mostrados en la Figura 8B, donde el elemento de sujeción de impactarse con una carga de de 271.16 Nm (200ft lb) aplicada en la dirección “Z” con masa de 9.28kg (20lb) a una altura en caída libre de 3.3m (10ft), El impacto deberá ser aplicado sobre un yunque que tenga una superficie plana de ¼” de diámetro y una dureza mínima de HRC 60, de acuerdo a especificaciones de la norma MIL-L_81558 y los resultados de un (1) ensayo se relacionan en la Tabla 6.

Tabla 5

Elemento	Peso %
C	0.38
Si	0.34
Mn	0.85
P	0.011
S	0.026
Cr	0.79
Ni	1.72
Mo	0.20
Fe	Balance

Los ensayos de tensión se realizan con 177.92 kN (40.000 lbs) en dirección vertical (Z) - Requisito: NO debe presentar ruptura.

Tabla 6

Ensayo	Dureza (HRC)	Resistencia Tracción (KN)	OBSERVACIONES	Requisito Norma MIL-STD-8591
No.1	24	108.7	Llevado a la fractura	No Cumple Norma.

EJEMPLO 3

Se realiza perno de sujeción microfundido, tomando como modelo para fundir cavidad perno forjado en material en material Acero AISI 4340 con composición química detallada en la Tabla 7, mecanizado bajo las etapas (200b), (200c), (200f), (200i) **con adición de vanadio**, sin tratamientos térmicos. Donde los ensayos realizados incluyen: ensayos a tensión con 177.92 kN (40.000 lbs) en dirección vertical (Z) - Requisito: NO debe presentar ruptura, de tensión a un ángulo respecto de la vertical de 6° (W) con 155.69 kN (35.000 lbs) - Requisito: NO debe presentar ruptura , a un ángulo respecto de la vertical de 6° (W) con 120.1 kN (27.000 lbs) - Requisito: NO debe presentar deformación permanente, de tensión a un ángulo respecto de la vertical de 35° (X) con 103,64 kN (23.300 lbs) - Requisito: NO debe presentar ruptura de tensión a un ángulo respecto de la vertical de 35° (X) con 80,06 kN (18.000 lbs) - Requisito: NO debe presentar deformación permanente; (detallados en Figura 8A) ensayos de impacto en mostrados en la Figura 8B, donde el elemento de sujeción de impactarse con una carga de 271.16 Nm (200ft lb) aplicada en la dirección “Z” con masa de 9.28kg (20lb) a una altura en caída libre de 3.3m (10ft), El impacto deberá ser aplicado sobre un yunque que tenga una superficie plana de ¼” de diámetro y una dureza mínima de HRC 60, de acuerdo a especificaciones de la norma MIL-L_81558 y los resultados de dos (2) ensayos se relacionan en la Tabla 8.

Tabla 7

Elemento	Peso %
C	0.40
Si	0.42
Mn	0.75
P	0.012
S	0.020
Cr	0.87
Ni	1.72
Mo	0.28
V	0.0674
Fe	Balance

Los ensayos de tensión se realizan con 177.92 kN (40.000 lbs) en dirección vertical (Z) - Requisito: NO debe presentar ruptura.

Tabla 8

Ensayo	Dureza (HRC)	Resistencia Tracción (KN)	OBSERVACIONES	Requisito Norma MIL-STD-8591
No.1	34	162.97	Llevado a la fractura	No Cumple Norma.
No.2	31	165.27	Llevado a la fractura	No Cumple Norma.

EJEMPLO 4

Se realiza perno de sujeción microfundido, tomando como modelo para fundir cavidad perno forjado en material Acero AISI 4340 con composición química detallada en la Tabla 9, mecanizado bajo las etapas (200b), (200c), (200f), (200i) **con adición de vanadio, con tratamientos térmicos**. Donde los ensayos realizados incluyen: ensayos a tensión con 177.92 kN (40.000 lbs) en dirección vertical (Z) - Requisito: NO debe presentar ruptura, de tensión a un ángulo respecto de la vertical de 6° (W) con 155.69 kN (35.000 lbs) - Requisito: NO debe presentar ruptura, a un ángulo respecto de la vertical de 6° (W) con 120.1 kN (27.000 lbs) - Requisito: NO debe presentar deformación permanente, de tensión a un ángulo respecto de la vertical de 35° (X) con 103,64 kN (23.300 lbs) - Requisito: NO debe presentar ruptura de tensión a un ángulo respecto de la vertical de 35° (X) con 80,06 kN (18.000 lbs) - Requisito: NO debe presentar deformación permanente; (detallados en Figura 8A) ensayos de impacto en mostrados en la Figura 8B, donde el elemento de sujeción de impactarse con una carga de 271.16 Nm (200ft lb) aplicada en la dirección "Z" con masa de 9.28kg (20lb) a una altura en caída libre de 3.3m (10ft), El impacto deberá ser aplicado sobre un yunque que tenga una superficie plana de ¼" de diámetro y una dureza mínima de HRC 60, de acuerdo a especificaciones de la norma MIL-L_81558 y los resultados de ocho (8) ensayos se relacionan en la Tabla 10.

Tabla 9

Elemento	Peso %
C	0.40
Si	0.44
Mn	0.78
P	0.009
S	0.023
Cr	0.77
Ni	1.90
Mo	0.28

V	0.064
Fe	Balance

Los ensayos de tensión se realizan con 177.92 kN (40.000 lbs) en dirección vertical (Z) -
Requisito: NO debe presentar ruptura

5

Tabla 10

Ensayo	Dureza (HRC)	Resistencia Tracción (KN)	OBSERVACIONES	Requisito Norma MIL-STD-8591
No.1	41	183.04	Llevado a la fractura	Cumple Norma.
No.2	40	200.69	Llevado a la fractura	Cumple Norma.
No.3	40	187.18	Llevado a la fractura	Cumple Norma.
No.4	41	196.40	Llevado a la fractura	Cumple Norma.
No.5	41	202.88	Llevado a la fractura	Cumple Norma.
No.6	41	182.40	Llevado a la fractura	Cumple Norma.
No.7	43	205.81	Llevado a la fractura	Cumple Norma.
No.8	41	187.62	Llevado a la fractura	Cumple Norma.

EJEMPLO 5

10

Se realiza perno de sujeción microfundido, diseñando de modelo y fabricación molde tomando de referencia desarrollo de perno microfundido en cavidad elaborada con modelo de perno forjado en material Acero AISI 4340 con composición química detallada en la Tabla 11, mecanizado bajo las etapas (200b), (200c), (200f), (200i) **con adición de vanadio, con tratamientos térmicos, con incremento de geometría.** Donde los ensayos

15

realizados incluyen: ensayos a tensión con 177.92 kN (40.000 lbs) en dirección vertical (Z) - Requisito: NO debe presentar ruptura, de tensión a un ángulo respecto de la vertical de 6° (W) con 155.69 kN (35.000 lbs) - Requisito: NO debe presentar ruptura , a un ángulo respecto de la vertical de 6° (W) con 120.1 kN (27.000 lbs) - Requisito: NO debe presentar deformación permanente, de tensión a un ángulo respecto de la vertical de 35° (X) con 103,64 kN (23.300 lbs) - Requisito: NO debe presentar ruptura de tensión a un ángulo respecto de la vertical de 35° (X) con 80,06 kN (18.000 lbs) - Requisito: NO debe presentar deformación permanente; (detallados en Figura 8A) ensayos de impacto en mostrados en la Figura 8B, donde el elemento de sujeción de impactarse con una carga de 271.16 Nm (200ft lb) aplicada en la dirección "Z" con masa de 9.28kg (20lb) a una altura en caída libre

20

de 3.3m (10ft), El impacto deberá ser aplicado sobre un yunque que tenga una superficie plana de 1/4" de diámetro y una dureza mínima de HRC 60, de acuerdo a especificaciones de la norma MIL-L_81558 y los resultados promedio de X cantidad de ensayos se relacionan en la Tabla 12.

5

Tabla 11

Elemento	Peso %
C	0.40
Si	0.49
Mn	0.79
P	0.01
S	0.028
Cr	0.81
Ni	1.90
Mo	0.27
V	0.076
Fe	Balance

Los ensayos de tensión se realizan con 177.92 kN (40.000 lbs) en dirección vertical (Z) - Requisito: NO debe presentar ruptura.

10

Tabla 12

Ensayo	Resistencia Tracción (KN)	OBSERVACIONES	Requisito Norma MIL-STD-8591
No.1	193.55	Llevado a la fractura	Cumple Norma.
No.2	208.75	Llevado a la fractura	Cumple Norma.
No.3	199.29	Llevado a la fractura	Cumple Norma.
No.4	218.76	Llevado a la fractura	Cumple Norma.
No.5	213.09	Llevado a la fractura	Cumple Norma.
Dureza HRC		40 - 43	

Las figuras presentadas en la presente descripción se presentan con propósitos meramente ilustrativos. Las figuras descritas no limitan el alcance de la invención divulgada. Una persona versada en el arte es capaz de concebir modificaciones posteriores a los principios determinados en el presente documento.

15

5 Aunque algunas modalidades de la invención se describen en la presente descripción, se apreciará que numerosas modificaciones y otras modalidades pueden concebirse por aquellos expertos en la materia con posterioridad a la divulgación de la presente invención. Por ejemplo, las características para las diferentes modalidades pueden usarse en otras modalidades. Por lo tanto, se entenderá que las reivindicaciones anexas pretenden cubrir todas las modificaciones y modalidades que están dentro del espíritu y alcance de la presente descripción.