

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 859 785**

51 Int. Cl.:

C06B 21/00 (2006.01)

C06B 45/00 (2006.01)

C06B 45/22 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.03.2012 PCT/CH2012/000069**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.12.2012 WO12174669**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.03.2012 E 12712887 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.12.2020 EP 2723700**

54 Título: **Utilización de una sustancia para la fabricación de una pólvora de carga propulsora, método para fabricar una pólvora de carga propulsora y pólvora de carga propulsora**

30 Prioridad:

21.06.2011 CH 10472011

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.10.2021

73 Titular/es:

**NITROCHEMIE ASCHAU GMBH (100.0%)
Liebigstrasse 17
84544 Aschau am Inn, DE**

72 Inventor/es:

**VOGELSANGER, BEAT;
OSSOLA, BRUNO;
HUBER, ALEXANDER;
WAGNER, CHRISTIAN y
HAMPEL, OLIVER**

74 Agente/Representante:

COBO DE LA TORRE, María Victoria

ES 2 859 785 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Utilización de una sustancia sólida para la fabricación de una pólvora de carga propulsora, método para fabricar una pólvora de carga propulsora y pólvora de carga propulsora

Ámbito técnico

(0001) La invención hace referencia al uso de una sustancia sólida para la fabricación de una pólvora de carga propulsora, especialmente, para un calibre intermedio o un gran calibre, en un método en el cual se incorporan la sustancia sólida junto con un líquido en un método de mezclado y secado en los canales de un grano verde y allí se solidifica en un vástago, la sustancia sólida es una sustancia cuyo punto de fusión está en, al menos, 10°C, especialmente, 20°C por encima de una temperatura de funcionamiento de la pólvora de carga propulsora y que es inerte frente al grano verde. Además, la invención hace referencia a un método para la fabricación de una pólvora de carga propulsora y a una pólvora de carga propulsora que se obtiene según este método.

Estado de la técnica

(0002) Es un problema conocido que la pólvora de carga propulsora, según la temperatura de funcionamiento, muestra un comportamiento de combustión diferente. Una dependencia de temperatura relevante tiene la consecuencia de que, con un sistema de armas existente, el rendimiento no puede ser aprovechado óptimamente. Por ello, existe la necesidad de que la dependencia de temperatura de una pólvora de carga propulsora se reduzca adecuadamente, para conseguir, con los sistemas de armas existentes, mejores rendimientos (aumento del rendimiento de balística interior).

(0003) En el documento EP 0 290 718 A1 ("Rheinmetall") se menciona que al grafitar el grano verde pueden conseguirse modificaciones o mejoras inexplicables y no reproducibles del comportamiento de temperatura. Ello se asocia a la penetración del grafito en los agujeros de la pólvora de varios agujeros y a la formación de cierres. Habida cuenta que las mejoras que se dan por casualidad no son utilizables en la práctica, en el documento EP 0 290 718 A1 se propone cerrar las aberturas de los canales mediante el apriete del corte transversal, para que no pueda penetrar ningún grafito.

(0004) Una posibilidad para el control del comportamiento de la temperatura mediante la elección de la geometría del grano se conoce en el documento DE 25 20 882 C1 ("Dynamit Nobel"). Se propone, con un 19x0.13 mm de pólvora de varios agujeros con un diámetro exterior de 3.5 mm conformar los agujeros con diferentes tamaños, en tanto que una parte de los agujeros está por debajo del valor crítico para la propagación de las llamas. Este grano verde se somete entonces a un tratamiento de superficies, de manera que se pulveriza con un 1% en peso de alcohol, primeramente, en un tambor, y después, se trata con un 1% de un ftalato en una solución alcohólica a un 10%. Al final, se añade un 0.1% en peso de grafito para el pulido. En otro ejemplo de ejecución, el grano verde extrusionado se trata con 0.03% en peso de grafito, para aumentar la conductibilidad del grano verde recién extrusionado, y para evitar la adhesión de los granos individuales durante el secado.

(0005) En el documento DE 25 20 882 C1 se hace referencia a otro concepto para el control del comportamiento de la temperatura, es decir, al encapsulamiento de la superficie del grano de pólvora mediante flegmatizadores. En el documento FR 1.300.941 ("Etat Français") se conoce también el revestimiento de la superficie con un flegmatizador ("Centralit I"), y al mismo tiempo, el mantener libres los canales mediante la selección adecuada de los diámetros interiores de los canales, la temperatura durante el tratamiento, y la viscosidad de las sustancias usadas. Este planteamiento es desventajoso, debido a la alta cantidad del agente del tratamiento flegmatizante (2-5%) y del retraso en el encendido y tiene una seguridad y una capacidad de reproducción insuficientes.

(0006) El método según el documento US 3,506,505 ("Dynamit Nobel") parte de un revestimiento de superficies con un ablandador ("Centralit I") para la estabilización de la pólvora y para la influencia de la combustión progresiva. Para poder controlar mejor la sensibilidad al encendido de la pólvora de carga propulsora basada en NC, y para evitar la formación de grumos de grafito, se emplean óxidos de metal y sulfuros de metal especiales como aditivos. Según un ejemplo de ejecución preferible, en el tratamiento de la superficie de una pólvora de varios agujeros se emplea un 4% de alcanfor, un 0,1% de grafito y un 1.0% de blanco de titanio, para reducir el retraso en el encendido en aprox. el 30 por ciento. Una influencia de las sustancias sólidas sobre el comportamiento de la temperatura no existía.

(0007) Otro ejemplo para la reducción de la dependencia de la temperatura del documento FR 1 205 433 ("Recherche Chimiques"). Una pólvora de varios agujeros extrusionado a base de nitrocelulosa (NC) se somete a un tratamiento de superficies con un moderador y un éster de ácido nítrico en solución. Como moderador se utilizan, por ejemplo, un 2% en peso de "Centralit I" ó un 3% en peso de alcanfor. En ambos ejemplos de ejecución se diluye "Centralit I" o alcanfor en alcohol y se le aplica el grafito añadido. Después, la pólvora tratada se lava del modo conocido para retirar el agente de la solución y se seca. Así se consigue un coeficiente de temperatura más bajo. La característica de la temperatura también se ajusta con una determinada cantidad de moderador.

(0008) Otro método para la reducción de la dependencia de la temperatura mediante el empleo de los moderadores o flegmatizadores adecuados se describe en el documento EP 1 031 548 A1 ("Nitrochemie Aschau"). Se utilizan

flegmatizadores, que, en general, no presentan ninguna migración. El tratamiento de las superficies se lleva a cabo mediante la pulverización de una solución o emulsión del flegmatizador. Se suelen emplear sustancias como, por ejemplo, poliéster no-energético, polímeros energéticos, alquilo-nitrato-etilo-nitraminas, di-nitrodiaza-alcanos, éster de ácido nítrico, etc. Según el ejemplo 3 se incubaba una pólvora de carga propulsora de 7 agujeros de una base con NC como portador de energía y "Centralit I" como estabilizador en una emulsión de nitroglicerina en agua en un tambor rotante a 30°C. Las investigaciones microscópicas mostraron que también los agujeros interiores se llenan por el flegmatizador parcialmente o completamente. Este tratamiento se probó para munición de 120 mm y 35 mm. El comportamiento de combustión se controló también por el moderador. En el documento US 7,051,658 ("Nitrochemie Wimmis, Nitrochemie Aschau) es conocida una pólvora de carga propulsora de varios agujeros (brevemente: pólvora de carga propulsora), que presenta un comportamiento de combustión independiente de la temperatura a causa de vástagos con una movilidad dependiente de la temperatura. Los vástagos están fabricados mediante un tratamiento de superficies con una sustancia sólida (en una cantidad de 0.085 – 0.4% en peso en referencia al grano verde aún sin tratar) y un moderador en una cantidad de 0.05 – 0.5 % en peso. La pólvora de carga propulsora está determinada para un calibre intermedio o un gran calibre y se compone de granos con un diámetro de, al menos, 3 mm y con canales o agujeros que atraviesan, con un diámetro interior de 0.02 – 0.5 mm.

(0009) Las pólvoras de carga propulsora de este tipo tienen en la práctica diversas ventajas. En efecto, el método de fabricación es relativamente difícil, y la optimización de las características de temperatura de la pólvora de carga propulsora está unida a cierta complejidad.

Representación de la invención

(0010) Es el objetivo de la invención crear un método perteneciente al ámbito técnico mencionado al inicio que permite un ajuste más sencillo de las características de la temperatura.

(0011) La solución del objetivo se define mediante las características de las reivindicaciones independientes 1ª, 4ª y 24ª.

(0012) Se ha reconocido que la dependencia de la temperatura de una pólvora de carga propulsora puede ser ajustada con la selección de la cantidad añadida de sustancias sólidas. La sustancia sólida usada es una sustancia, cuyo punto de fusión está en, al menos, 10°C, especialmente 20°C por encima de una temperatura de aplicación máxima de la pólvora de carga propulsora y es inerte frente al grano verde. Al contrario que el método conocido, en el cual se trabaja con moderadores, con el ajuste conforme a la invención del comportamiento de la temperatura a través de la cantidad de la sustancia sólida, se puede obtener una estabilidad de durabilidad y reproductividad del efecto, como hasta ahora no era posible en la práctica. Esto se basa, entre otros, en que la sustancia sólida es inerte, es decir, que no se modifica y no se desplaza, habida cuenta que la misma no se puede difundir en la matriz del grano de carga propulsora y, además, apenas entra en reacciones con las sustancias de la matriz.

(0013) La sustancia sólida se trata en el contexto de un método de mezclado junto con un líquido en los canales de un grano verde, y allí se solidifica en un vástago. Los granos de pólvora del grano verde se crean, habitualmente, mediante extrusión de una masa pastosa. Durante la extrusión, los granos de pólvora se proveen de uno o varios canales. El tamaño de los granos está, habitualmente, en el ámbito de 3 – 15 mm (para munición de calibre intermedio o de gran calibre). Sin embargo, también se puede fabricar granos de pólvora mayores de, por ejemplo, hasta un diámetro de 20 mm. En formas de corte transversal en no circulares (por ejemplo, en formas rectangulares) en lugar del diámetro se da una medición del corte transversal mínimo.

(0014) La sustancia sólida se ajusta, con unas condiciones del método que se mantienen igual, dentro de un rango de ajuste de $>0 - 0.5\%$ en peso, y una cantidad mayor de sustancias sólidas se emplea para una reducción mayor de la presión máxima en el ámbito de temperatura superior y para una elevación mayor de la presión máxima, en un ámbito de temperatura inferior del ámbito de temperaturas de uso. " $>0\%$ en peso" hace referencia, en principio, a cualquier cantidad medible. En la práctica, el límite inferior asciende, al menos, a 0.01% en peso.

(0015) En este lugar se hace referencia a que en la descripción de la invención siempre se hace referencia a las indicaciones de peso en porcentajes (% en peso) de las cantidades del grano verde, cuando no se hace referencia expresamente a otra medida o cuando la referencia no es visible claramente, de otro modo.

(0016) La invención tiene como base el hecho de que, para la modificación del grano verde, se tiene que dar un ámbito de cantidades crítico de sustancias sólidas. En el caso de que la cantidad de las sustancias sólidas varíe dentro de este ámbito crítico (que se denomina en el contexto de la invención como "ámbito de ajuste"), ello tiene como consecuencia una gran modificación de los gradientes de temperatura en el uso. Fuera de este ámbito de ajuste no existe prácticamente ninguna dependencia entre la cantidad de sustancias sólidas y el gradiente de temperatura usado.

(0017) Principalmente, el ámbito de ajuste depende del número de canales en la pólvora de carga propulsora. En pólvoras con una geometría de 19 agujeros, el ámbito de ajuste es más amplio que en aquellas con una geometría de 7 agujeros, habida cuenta que se requiere más sustancias sólidas, hasta que todos los canales de los agujeros están rellenos.

(0018) El ámbito de ajuste depende en cierta medida de la superficie específica de la pólvora de carga propulsora. En calibres intermedios con una geometría de 19 agujeros (diámetro del grano 3.5 – 7 mm, superficie específica a partir de 500 mm²/g), el ámbito de ajuste tiene una amplitud en el ámbito de 0.25 – 0.5 % en peso de sustancias sólidas. En grandes calibres con una geometría de 19 agujeros (diámetro del grano a partir de 7 mm, superficie específica hasta 500 mm²/g), el límite superior del ámbito de ajuste es de máximo 0.25 % en peso.

(0019) En pólvoras de carga propulsora con superficies específicas más elevadas, el ámbito de ajuste no se puede separar claramente de la saturación de la superficie de la pólvora de carga propulsora. Se establece un ámbito de transición más amplio, en el cual la superficie aún no está saturada, pero ya entra algo de las sustancias sólidas en los canales.

(0020) El ámbito de ajuste no se ha de igualar a la cantidad de sustancias sólidas empleadas en un método concreto. Cuando la fabricación de vástagos conforme a la invención se combina con la grafitización convencional de la superficie, la cantidad de grafito necesaria está en valor cuantitativo está “por encima” del ámbito de ajuste. En el caso de que la fabricación del vástago se lleve a cabo en un método (o bien, en un paso del método) separado del tratamiento convencional de superficies, entonces, la superficie está saturada, por ejemplo, ya con la sustancia sólida y sólo se tiene que poner a disposición aquella parte de la sustancia sólida que es necesaria por sí misma para la formación del vástago. En este caso, la cantidad usada en el método de formación del vástago separado está dentro del ámbito de ajuste conforme a la invención, habida cuenta que no se tiene que poner a disposición ya ninguna “cantidad base” de sustancias sólidas para el revestimiento de las superficies habitual.

(0021) Un aspecto de la invención consiste así en un uso novedoso de una sustancia sólida para la fabricación de una pólvora de carga propulsora, especialmente, para un calibre intermedio o un gran calibre, en un método, en el cual la sustancia sólida junto con un líquido se incorpora en un método de mezclado y de secado en los canales de un grano verde, y allí se solidifica en un vástago. La sustancia sólida es una sustancia cuyo punto de fusión está en, al menos, 10°C, especialmente, 20°C, por encima de una temperatura de empleo o uso máximo de la pólvora de carga propulsora y que es inerte frente al grano verde. La sustancia sólida se ajusta, manteniendo iguales las condiciones del método, dentro de un ámbito de ajuste de >0 – 0.5 % en peso, referido al peso del grano verde. El ajuste en el contexto del uso conforme a la invención se lleva a cabo mediante el hecho de que, para una reducción mayor de la presión máxima en un ámbito de temperatura superior, y para una elevación mayor de la presión máxima en un ámbito de temperatura inferior del ámbito de temperatura de uso, se emplea una cantidad de sustancia sólida mayor. En otras palabras: para descender la presión máxima en el ámbito de temperatura superior (por ejemplo, entre 21°C y la temperatura de uso máxima), se añaden más sustancias sólidas en el método para la fabricación del vástago o de los cierres de canal del agujero conforme a la invención. También para procurar alcanzar la presión máxima en el ámbito de la temperatura inferior, se añaden más sustancias sólidas.

(0022) Según la invención, el método para fabricar una pólvora de carga propulsora con una dependencia de la temperatura reducida, dentro de un ámbito de temperatura de uso predeterminado, presenta los siguientes pasos del método a) hasta h):

a) Se pone a disposición un grano verde con capacidad de hinchamiento con una dimensión de ejecución geométrica predeterminada, y al menos, un canal que atraviesa, que tiene una medición transversal característica de máximo 0.3 mm, y que desemboca en una superficie exterior del grano verde.

El grano verde puede consistir, por ejemplo, en nitrocelulosa (NC), celulosa-acetato-butilato (CAB), poliglicidil-ácido-diol (GAP) u otros polímeros que forman geles o combinaciones de este tipo de sustancias. Es posible, en general, un grano verde de una, dos o tres bases, de modo que, en el contexto de la presente invención, el número de sustancias de base no es determinante. Es importante que los canales estén disponibles, los cuales tienen una abertura o desembocadura que se puede cerrar mediante las sustancias sólidas. El número de canales tiene una influencia sobre la controlabilidad del borde del grano verde y, habitualmente, es de dos, preferiblemente, al menos, siete. Cuanto más pequeñas son las dimensiones geométricas del grano verde, menor será en la práctica el número de los canales, y viceversa. En el caso de que el número de los canales sea demasiado pequeño, se puede influenciar demasiado poco sobre la función de forma, es decir, el borde puede influenciarse sólo insignificadamente. El grano verde se fabrica, habitualmente, mediante extrusión de una masa moldeable, amasada, en tanto que los agujeros (y su número) son creados y definidos mediante la conformación de las matrices de extrusión. Los canales no han de ser demasiado grandes pues, en caso contrario, no pueden ser tapados por el tratamiento conforme a la invención. Se ha demostrado en ensayos que, en formas de corte transversales circulares, el diámetro del canal no ha de ser mayor a 0.3 mm, porque en caso contrario, el proceso de taponamiento no se produce ya de forma fiable. En cortes transversales no redondos, sino ovales o elípticos, depende del eje largo. En este sentido, cada forma de corte transversal está asociada a una medición transversal característica.

b) Se pone a disposición otra sustancia sólida, que es estable en el ámbito de temperatura de uso y que es inerte frente al grano verde, que presenta un tamaño de partícula que permite la introducción de la sustancia sólida en los canales que atraviesan, y que, en el contexto de un método de mezclado y secado, se puede comprimir. En el contexto de la invención, cada sustancia granulosa puede usarse como sustancia sólida, siempre que, en el transcurso de tiempo, no se difunda en la matriz del grano definido por el grano verde o que reaccione con la misma. En otras palabras: la sustancia sólida tiene que ser inerte con respecto a la fórmula del grano verde. El ámbito de temperatura de uso es un ámbito prefijado por el uso de

la pólvora de carga propulsora. Este ámbito se extiende, habitualmente, entre -40°C y 80°C. Naturalmente, la invención no queda limitada a este ámbito de temperaturas. También hoy en día existen ya estándares MIL, que prevén un ámbito de temperatura de uso hasta 90°C. En un caso individual, el ámbito de temperatura de uso también puede ser menor (por ejemplo, alcanzar sólo hasta 70°C o 60°C o empezar por encima de -40°C). Preferiblemente, se seleccionan sustancias, cuyo punto de fusión es de, al menos, 10°C, especialmente, de 20°C por encima de la temperatura de uso máxima. El tamaño de partícula de la sustancia sólida es menor que la medida transversal característica de los canales, de manera que la sustancia sólida puede penetrar en los canales, en el transcurso del tratamiento conforme a la invención. Para que puedan ser formados a partir de la sustancia sólida vástagos en las desembocaduras del canal, la sustancia sólida en forma de polvo tiene que poderse comprimir. Esto significa que, bajo determinada presión, la sustancia suelta se puede llevar a la forma deseada y se mantiene en esta forma, también cuando la presión externa se retira. Bajo los términos “determinada presión” se entiende la presión que se da durante el tratamiento conforme a la invención en el aparato de mezclado. La misma se define por la masa en el aparato de mezclado. En el caso de que se usen grandes masas o grandes cantidades, la presión que se ejerce (por ejemplo, por debajo de la masa de mezclado) o la presión, que se crea por las cantidades que van en descenso, es más elevada que en masas pequeñas. Si existe la necesidad, en un ensayo de presión sencillo se puede determinar qué presión es necesaria, para conseguir una obturación de la sustancia sólida en forma de polvo inerte en un cuerpo de forma, y si así la sustancia sólida probada es adecuada. La sustancia sólida usada no sublima y en su efecto no se puede confundir con un moderador (a pesar de que también se pueden formar vástagos con moderadores).

c) Se pone a disposición un líquido que puede hinchar al grano verde y que al final de la fabricación de la pólvora de carga propulsora, o se puede retirar completamente, o se mantiene en una distribución homogénea en la pólvora de carga propulsora. El líquido provoca que la sustancia sólida en forma de grano fino suficiente (como se describe bajo b), en el tratamiento conforme a la invención, se transporte por los canales, y allí, bajo la presión empleada de la masa de pólvora puede ser solidificado. Durante el tratamiento, cuando la sustancia sólida se humidifica por el líquido, se apoya que se produzca una adhesión local de la partícula de la sustancia sólida en el canal. El líquido puede ser un disolvente (o una mezcla de varios disolventes), pero también una mezcla del moderador y el disolvente. El disolvente se retira completamente (mediante evaporación y/o secado), según el tratamiento de mezclado conforme a la invención, (o al final del tratamiento de mezclado, véase también el paso del método d). Cuando una parte del líquido no se retira al final del tratamiento (conscientemente) (o a causa de sus propiedades no se puede retirar), entonces, el líquido que permanece ha de ser distribuido, al menos, en gran parte, homogéneamente en el grano verde (o bien, en la matriz de la pólvora de carga propulsora), para que durante el almacenamiento (habitualmente, de unos años) de la pólvora de carga propulsora no se pueda producir ninguna modificación de las propiedades (a causa de procesos de difusión indeseados). El moderador puede ser una sustancia de bajo peso molecular, o líquida o, cuando es soluble en un líquido de baja viscosidad, una sustancia sólida. El hinchamiento del grano verde durante el tratamiento y la retirada y estabilización, a continuación, del líquido conducen a que la sustancia sólida forme en los canales vástagos con un comportamiento de temperatura definido y predecible (estadísticamente). En el grano verde hinchado, los canales son levemente mayores en corte transversal que después del tratamiento, cuando el efecto de hinchamiento ya ha pasado. Bajo los términos “completamente retirado” se entiende, en el contexto de la invención, una medida que es suficiente para mantener, durante una duración de vida requerida de varios años, la característica de temperatura ajustada por el tratamiento de la pólvora de carga propulsora. Son muy adecuados como disolventes los líquidos de baja viscosidad con una polaridad alta o baja. El punto de ebullición del líquido tiene que ser más elevado que la temperatura del tratamiento de la superficie. Sin embargo, el líquido presenta una humedad lo suficientemente elevada, como para que se pueda producir una evaporación con una temperatura de tratamiento en corto espacio de tiempo (entre 5 y 60 minutos). El líquido puede ser retirado también con ayuda de la reducción de la presión o mediante una corriente de gas caliente. Para el tratamiento de las superficies, se usan cantidades de 0.1% hasta 5% de líquido (referido a la cantidad del grano verde). Preferiblemente, se emplea 0.5% y 2% de líquido. Si el líquido contiene un moderador, entonces, el moderador ha de ser diluido en el disolvente (que supone la otra mitad del líquido) o ha de ser emulsionado finamente. La cantidad de líquido debería ser, normalmente, lo menor posible, es decir, el grano verde no ha de flotar en el líquido. El disolvente usado se ajusta así a la fórmula del grano verde, de tal modo que éste se puede difundir bien en el grano verde. Sin embargo, no ha de gelatinizar al grano verde.

d) El líquido no contiene más de 0.5 % en peso (referido al grano verde) de una sustancia que sirve como moderador, oligomérico o polimérico. El resto de la parte del líquido es, en general, un disolvente de baja viscosidad. El moderador apoya la solidificación y la adhesión de la sustancia sólida durante el tratamiento. El mismo se incorpora durante el tratamiento en el aparato de mezclado con la sustancia sólida en los canales del grano verde y se difunde, finalmente, en la matriz del grano verde. La mayor parte del moderador, después del secado, ya no estará en el vástago de la sustancia sólida en los canales, sino que está repartido más o menos homogéneamente en la matriz del grano verde. Para la característica de combustión, el moderador no tiene un papel importante, habida cuenta que el mismo sólo está presente en una cantidad pequeña. De otro modo que, en el estado de la técnica, el moderador no se enriquece, después del tratamiento y el secado, en una capa cercana a la superficie o directamente en la superficie. El enriquecimiento en la superficie y la combustión retrasada se evitan mediante el empleo de pequeñas cantidades de moderador y largos tiempos de secado. Además, el límite superior de 0.5% en peso se elige porque cantidades de moderador demasiado grandes son desventajosas en el contexto de la invención,

habida cuenta que las mismas conducen a un empeoramiento de la densidad de la energía. También se puede prescindir del uso de un moderador. El líquido se forma, entonces, sólo mediante el disolvente de baja viscosidad.

e) El grano verde se trata con el líquido y la sustancia sólida en un aparato de mezclado durante una duración de tiempo predeterminada. En el aparato de mezclado se produce una agitación o un removido de la masa de distribución. La masa parcial, que cae respectivamente desde arriba sobre la masa restante, conduce a que se ejerza una presión de la masa de pólvora en la masa que se encuentra debajo, y así ocasiona una penetración de la mezcla de líquido-sustancia sólida en los canales del grano verde y una compresión y solidificación de la sustancia sólida que ese encuentra en los canales. La duración del tratamiento depende, en los casos aislados, de la geometría del grano verde y de la consistencia de la mezcla del líquido-sustancia sólida. La misma ha de ser predeterminada o definida, para garantizar que el control de la independencia de temperatura es funciona de forma fiable y predecible. El aparato de mezclado puede ser, por ejemplo, un tambor del tratamiento rotante con piezas montadas posteriormente adecuadas (placas desviadoras) para el apoyo del proceso de mezclado.

f) el grano verde tratado es secado. El paso de secado tiene la finalidad de retirar el líquido, siempre que sea volátil, y solidificar la sustancia sólida en los canales formando vástagos a modo de cuerpos sólidos. El secado incluye, normalmente, un almacenamiento más largo (por ejemplo, al menos, tres días) bajo condiciones de secado controladas (por ejemplo, temperatura elevada).

g) Para el ajuste de la dependencia de temperatura de la pólvora de carga propulsora se ajusta la cantidad de sustancia sólida dentro de un ámbito de ajuste de >0 hasta 0.5 % en peso, y manteniéndose las mismas cantidades, se emplea una cantidad de sustancia sólida mayor para un descenso mayor de la presión máxima en el ámbito de temperatura superior y para una elevación mayor de la presión máxima en un ámbito de temperatura inferior del ámbito de temperatura de uso. Se descubrió que existe un ámbito sensible en el cual la dependencia de la temperatura de la presión máxima puede ser ajustada mediante la cantidad de sustancia sólida usada. En el ámbito de ajuste, la movilidad del vástago obturado fabricado en el método de mezclado y secado, se ajusta en dependencia de la temperatura de uso. Este ámbito sensible se denomina en el contexto de la invención ámbito de ajuste. La grafitización significa en este caso la saturación de la superficie con grafito. En principio, la superficie también puede ser saturada con otra sustancia sólida. En efecto, el grafito evita una carga electrostática de los granos, y por ello, es preferible. La grafitización es en la práctica un proceso requerido para alisar la superficie del grano verde y para hacerlo conductivo a la electricidad. La cantidad de grafito depende de la superficie específica del grano verde. La superficie específica es la relación entre la superficie total (incluidos los canales), un número (por ejemplo, 100) de granos individuales y el peso que estos granos adoptan. Cuanto más pequeñas sean las dimensiones geométricas del grano verde, más grande es la superficie específica. Cuando más grande es el número de los canales (con una medida exterior del grano que es la misma), mayor es la superficie específica. El ámbito de ajuste conforme a la invención no se ha de confundir con el ámbito de cantidades que es conocido para la grafitización convencional. La grafitización es como tal un proceso de tratamiento de superficies que no produce la formación de vástagos. En un tratamiento combinado (formación de vástago + grafitización) se trabaja según la invención en un ámbito de cantidades que resulta de la cantidad de grafitización (por ejemplo, máximo 0.05% en peso) y de la cantidad de formación de vástagos (por ejemplo, entre 0.01 y 0.5% en peso). El método conforme a la invención puede ser empleado en un grano verde, que ya está grafitado. En este caso, el ámbito de ajuste determina la cantidad de la sustancia sólida que se ha de emplear en el contexto del tratamiento conforme a la invención. Sin embargo, la grafitización puede llevarse a cabo también al mismo tiempo (combinada) con el tratamiento conforme a la invención. Entonces, la cantidad de sustancia sólida resulta de la suma de la cantidad de sustancia sólida necesaria para la grafitización y de la cantidad deseada de sustancia sólida para controlar la dependencia de la temperatura, y la cantidad deseada tiene que estar dentro del ámbito de ajuste >0 hasta 0.5% en peso. En el tratamiento combinado hay que tener en cuenta que la sustancia sólida usada no tiene que estar obligatoriamente compuesta de grafito. Es suficiente, cuando la conductibilidad de las superficies puede ser aumentada mediante la sustancia sólida usada (que no tiene que ser obligatoriamente grafito). Cuando se usa también grafito para el aumento de la conductibilidad de superficie en el contexto del tratamiento combinado, entonces, esta cantidad de grafito no tiene que corresponderse obligatoriamente con la cantidad que se hubiera usado en el pasado en la grafitización convencional; también puede ser más baja y ser complementada con una cantidad de otra sustancia sólida. La sustancia sólida puede ser también una mezcla de distintas sustancias en el contexto de la invención (por ejemplo, de grafito y polvos de talco). El método conforme a la invención tiene como hecho principal la ventaja de que el gradiente de temperatura de la pólvora de carga propulsora puede ser ajustado fácilmente y de forma fiable. Existe una serie de parámetros con los cuales se puede influenciar sobre el gradiente de temperatura. Pero ninguno es tan sencillo y fiable en su manejo, como la variación de la cantidad de sustancia sólida. A causa de que la sustancia sólida no puede difundirse en el grano verde y apenas reacciona químicamente, mediante una variación de la cantidad de sustancias sólidas no se modifica el sistema químico de la pólvora de carga propulsora, sino que sólo varía la movilidad del vástago. Bajo el término de movilidad del vástago dependiente de la temperatura se entiende lo siguiente: en el proceso de encendido de la pólvora de carga propulsora, los vástagos permanecen en los canales de agujero a una temperatura de la pólvora elevada (y con ello, a una velocidad de combustión mayor). Así está disponible una superficie mínima para la combustión. Con una temperatura más baja (con una velocidad de combustión más lenta), los vástagos se retiran todos mediante la onda de presión del encendedor, y está a disposición una superficie máxima para la combustión. En el caso ideal, el producto, con la velocidad de combustión por la superficie, es constante

en todas las temperaturas de bombardeo, lo cual se asemeja a un comportamiento de combustión independiente de la temperatura. La pólvora de carga propulsora conforme a la invención pone así a disposición menos canales, con una temperatura en aumento. Opcionalmente, el método conforme a la invención puede llevarse a cabo en dos etapas. En una primera etapa, el grano verde se reviste previamente con grafito, en el proceso de una grafitización, la cual sirve para aumentar la conductibilidad y para evitar la adhesión del grano verde. Después de esta grafitización, el grano verde se pone a disposición para la segunda etapa del método, que se forma mediante el paso e) descrito arriba. Este procedimiento permite una separación de la grafitización del tratamiento de superficies conforme a la invención para ajustar la curva de temperatura o la movilidad del vástago dependiente de la temperatura. También es posible que un tratamiento con grafito se lleve a cabo según el paso del método e) conforme a la invención. Esto significa que primero se ajusta la dependencia de temperatura y después se aumenta la conductibilidad de superficie. Opcionalmente, la sustancia sólida puede ser grafito. De este modo, la cantidad de sustancia sólida se corresponde, en el contexto de la grafitización, que sirve para el aumento de la conductibilidad y para evitar la adhesión del grano verde, con la suma de la cantidad requerida de grafito más la cantidad elegida dentro del ámbito de ajuste de la sustancia sólida. Este proceso combinado es muy eficiente y suele ser preferible. Opcionalmente, la cantidad de sustancia sólida se elige dentro de un ámbito de más/menos 20% referido a la fórmula óptima

$$M(\text{sustancia sólida}) = K_{\text{opt}} \times F(\text{superficie específica}) + \text{offset}$$

Así es válido lo siguiente:

$M(\text{sustancia sólida})$ es la cantidad de sustancia sólida en % en peso referido al peso del grano verde

$F(\text{superficie específica})$ es la superficie específica del grano verde en superficie por peso y

$K_{\text{opt}} = 0.0012 \text{ [g/mm}^2\text{]}$ es el factor en peso por superficie

y el Offset asciende a -0.14.

El valor óptimo calculado según la fórmula de arriba para la cantidad mínima de sustancia sólida determina en principio qué parte de sustancia sólida se deposita en el método combinado primeramente sobre la superficie y no contribuye al control del coeficiente de temperatura. Este valor óptimo, en la práctica, está unido a una cierta inexactitud. Variaciones en el ámbito de más o menos 20% se consideran aún como óptimas. También se puede trabajar sin este valor óptimo, de manera que la potencia de la pólvora de carga propulsora puede empeorar gradualmente. Es decisivo que se trabaje en el ámbito de ajuste, en el cual el gradiente de temperatura reacciona a un cambio de la cantidad de sustancia sólida.

h) la cantidad de sustancia sólida se elige en un ámbito de corte de las curvas de gradientes de temperatura que definen el coeficiente de temperatura inferior y superior.

(0023) El coeficiente de temperatura inferior se define mediante la relación de la presión máxima $p_{\text{max}}(21^\circ\text{C})$ a 21°C de temperatura de uso con respecto a la presión máxima $p_{\text{max}}(-40^\circ\text{C})$ a -40°C . De forma análoga, el coeficiente de temperatura superior se da mediante la relación de la presión máxima $p_{\text{max}}(63^\circ\text{C})$ a 63°C de temperatura de uso con respecto a la presión máxima $p_{\text{max}}(21^\circ\text{C})$ a 21°C . (Los valores de temperatura indicados de -40°C , 21°C y 63°C pueden elegirse de otro modo también. Es importante en este contexto sólo que los valores de presión máxima se sitúen en o cerca del límite inferior del ámbito de temperatura de uso y en o cerca del límite superior del ámbito de temperatura de uso con respecto al valor de presión máximo en un ámbito intermedio del ámbito de temperatura de uso).

(0024) El ámbito de corte de la curva del gradiente de temperatura inferior y superior causa un transcurso de temperatura muy plano (es decir, una independencia de temperatura mínima de la combustión). La cantidad de sustancia sólida no tiene que estar exactamente en el punto de corte de ambas curvas de gradiente de temperatura. Es suficiente, cuando la sustancia sólida se elige dentro de un ámbito de cantidades que no varíe más del 10% del punto de corte.

(0025) El moderador ayuda durante la solidificación de inicio de la sustancia sólida en los canales del grano verde. De este modo, hay moderadores solubles (y por ello, migratorios) y moderadores insolubles (porque están fijados de un modo adecuado). El moderador se ha de usar en la cantidad que sea lo menor posible. En el vástago, después de la finalización del método de fabricación, no se contiene prácticamente ningún moderador más. Se usa, por ejemplo, sólo 0.1% en peso de moderador (referido al grano verde). Habida cuenta que el moderador no fijado se distribuye en el grano verde, en el vástago permanece sólo muy poco del mismo. El vástago se compone prácticamente exclusivamente de sustancia sólida (al menos 90% en peso, especialmente, al menos, 95% en peso). En el contexto de la forma de ejecución presente son posibles dos tipos de moderadores, es decir, un moderador soluble ("tipo A") y un moderador fijado ("tipo B"):

Como moderadores "tipo A" se usan sustancias oligoméricas, de bajo peso molecular, que se disuelven bien en el disolvente y en la pólvora de carga propulsora. Semejantes moderadores se depositan entre las

moléculas del grano verde (por ejemplo, las moléculas NC) y se adhieren gracias a ello al hincharse. Adicionalmente, el moderador causa una cierta adhesión de la sustancia sólida en forma de polvo antes del secado posterior. En efecto, una cantidad demasiado alta de moderador puede conllevar también una adhesión del grano verde. Normalmente, la cantidad de moderador se ha de elegir para que sea pequeña, para no empeorar la estabilidad balística. Preferiblemente, la cantidad de moderador está en una magnitud de 0.1 – 0.2% en peso referido al grano verde. La cantidad de moderador debería ser menor que 0.5 % en peso (referido al grano verde).

Como moderadores “tipo B” se eligen sustancias oligoméricas o poliméricas, que no se disuelven en el grano verde, de manera que no se produce ninguna migración. Igualmente, se pueden considerar sustancias que puedan ser reticuladas.

(0026) Como moderadores se pueden usar sustancias que no se pueden difundir notablemente en la matriz de la pólvora de carga propulsora según el tratamiento conforme a la invención. Esto se puede conseguir de dos modos: así se pueden usar, por un lado, por ejemplo, moderadores, que se disuelven bien en la matriz del grano verde y que portan dos o más grupos que se pueden polimerizar radicalmente. Después de la difusión de los moderadores, los mismos son polimerizados. La red que surge es de alto peso molecular, insoluble y está enganchada a la matriz del polvo y así es estable en la difusión.

(0027) Los moderadores de bajo peso molecular, solubles, que son adecuados para el tratamiento de pólvora de carga propulsora de dos o más bases, presentan una presión de vapor lo menor posible a 21°C y son líquidos. Cuando son solubles en el líquido de baja viscosidad según la característica c), también pueden ser sustancias sólidas. Las clases de sustancias adecuadas comprenden éteres, ésteres, uretanos, ureas y cetonas. Son ejemplos el alcanfor, di-butilo-ftalato, di-amila-ftalato, centralita, di-propilo-adipato, di-fenilo-uretano, metilo-fenilo-uretano, hexano-diol-di-acrilato, etileno-glicol-di-metacrilato, etc.

(0028) Igualmente, son adecuados los moderadores oligoméricos, solubles, como el poliéter y el poliéster con pesos moleculares de 500 hasta 3000 dalton. Ejemplos son poli(tetra-hidro-furano), poli-metilo-vilín-éter, poli(oxi-etileno), poli-etileno-glicol, poli(butano-diol)di-vinilo-éter, poli-éster como SANTICIZER 431, PARAPLEX G-54, o poli[di-(etileno-glicol)-adipato, poli-etileno-glicol-acrilato, poli-etileno-glicol-metacrilato, poli-etileno-glicol-di-metilo-éter, poli(propileno-glicol), poli(propileno-glicol)acrilato, poli(propileno-glicol)di-acrilato, poli(propileno-glicol)éter, poli-capro-lactona-diol, poli-capro-lactona-triol y los Co-oligómeros derivados de los anteriores. De este modo, no se lleva a cabo en los acrilatos/metacrilatos ninguna reacción de polimerización.

(0029) Los moderadores reticulables radicalmente comprenden enlaces u oligómeros o polímeros de bajo peso molecular, que portan por cada molécula, al menos, dos grupos que se pueden polimerizar radicalmente.

(0030) Los moderadores reticulables radicalmente comprenden también mezclas de

- Enlaces u oligómeros o polímeros de bajo peso molecular, que poseen por cada molécula, al menos, un grupo que se puede polimerizar, y
- Enlaces que portan, al menos, dos grupos que se pueden polimerizar.

(0031) Estos enlaces son en la matriz de la pólvora de carga propulsora, o bien, insolubles y permanecen así en la superficie de la pólvora de carga propulsora, o son solubles y se difunden, por ello, en el transcurso del tratamiento conforme a la invención en la capa más superior de la pólvora de carga propulsora. Además, se le tiene que añadir al moderador reticulable un arrancador radical (iniciador). El iniciador debe ser bien soluble en el moderador, de manera que éste esté presente en el moderador de forma homogénea. Las condiciones de tratamiento y el iniciador tienen que elegirse de tal forma que el iniciador, a ser posible, no se descomponga durante el proceso de tratamiento de superficie en el tambor para pulir. En el caso de que el iniciador y el moderador que se puede polimerizar estén presentes como capa sobre la superficie de la pólvora de carga propulsora o se difunda en la capa de la pólvora de carga propulsora más exterior, entonces, el oxígeno atmosférico y, en parte, el oxígeno presente en la capa de pólvora de carga propulsora más exterior, se retiran en el vacío a temperatura ambiente y se sustituye por un gas inerte. Esto es necesario para que las reacciones radicales (polimerización, reticulación) se lleven a cabo sin reacciones adicionales perturbadoras y con un rendimiento elevado. Bajo el gas inerte se aumenta la temperatura de la pólvora de carga propulsora de tal modo que el iniciador se descompone lo antes posible y completamente en radicales. Estos radicales inician entonces la polimerización o la reticulación del moderador.

(0032) Como iniciadores radicales se emplean preferiblemente sustancias que, con una temperatura del tratamiento de la superficie, por ejemplo, una temperatura ambiente, presentan una alta estabilidad de descomposición. Especialmente, un tiempo de descomposición para la mitad de los formadores de radicales es mayor a 10 horas. Esto garantiza una conversión rápida, cuidadosa y completa de los moderadores que se pueden polimerizar.

(0033) Opcionalmente, la reticulación del moderador se lleva a cabo bajo un gas inerte a presión normal, a una temperatura menor que 90°C y durante una duración menor que una sexta parte del tiempo de semi-descomposición del formador de radicales a esta temperatura.

(0034) La cantidad del iniciador de polimerización empleado se determina según la cantidad del moderador empleado, reticulado. Así, se emplea entre un 0.1 y un 5 % en mol de iniciador referido a 1 mol del moderador reticulado. Preferiblemente, las cantidades de iniciador son entre 1 y 4% en mol.

5 (0035) Ejemplos de iniciadores adecuados son terc.-butilo-peroxi-neo-decanoato, di(4-terc.-butilo-ciclo-hexilo)-peroxi-di-carbonato, terc.-butilo-peroxi-pivalato, di-láurico-peróxido, azo-bis-(iso-butiro-nitrilo), etc.

(0036) Como moderadores reticulables, solubles en la pólvora de carga propulsora son adecuado los derivados de di-acrilatos, tri-acrilatos, tetra-acrilatos, di-metacrilatos, tri-metacrilatos, tetra-metacrilatos, di-acrilo-amidas, tri-acrilo-
10 amidas, di-metacrilo-amidas, tri-metacrilo-amidas, di-vinilo-ésteres, tri-vinilo-éteres, di-vinilo-éteres, tri-vinilo-éteres, di-vinilo-aromatos, tri-vinilo-aromatos, etc.

(0037) Ejemplos de moderadores de bajo peso molecular, reticulables radicalmente son hexano-diol-di-acrilato, hexano-diol-di-metacrilato, etileno-glicol-di-metacrilato, tri-etileno-glicol-di-acrilato, tetra-etileno-glicol-di-acrilato, di-
15 propileno-glicol-di-acrilato, tri-metilol-propano-tri-acrilato, pentaeritritol-tetra-acrilato, etc.

(0038) Ejemplos de moderadores oligoméricos, reticulables radicalmente son poli-etileno-glicol-di-acrilato de bajo peso molecular, poli-etileno-glicol-di-metacrilato de bajo peso molecular, bisfenol A-di-acrilato etoxilado, neo-pentilo-glicol-di-acrilato propoxilado, neo-pentilo-glicol-di-acrilato etoxilado, glicerina-tri-acrilato propoxilado, pentaeritritol-
20 tetra-acrilato etoxilado, etc.

(0039) Ejemplos de moderadores poliméricos, reticulables radicalmente son poli-butanieno-diol-di-acrilato, poli-etileno-glicol-di-acrilato de alto peso molecular, poli-etileno-glicol-di-metacrilato de alto peso molecular, poli-propileno-óxido-di-acrilato de alto peso molecular, etc.

(0040) Por otro lado, se pueden usar moderadores que son poco solubles en la pólvora de carga propulsora o que son totalmente insolubles. De este modo, se trata de enlaces sólidos o líquidos, que en el líquido de baja viscosidad son solubles o, al menos, se pueden emulsionar finamente. En los enlaces considerados, se puede tratar de sustancias inertes o energéticas. Se presupone que la concentración del moderador en la superficie de la pólvora de carga propulsora no puede ser cambiada por sublimación o difusión. Esto se puede conseguir mediante el empleo de enlaces de elevado punto de fusión, de bajo peso molecular u oligoméricos o poliméricos. Además, se puede descender la volatilidad en uniones insolubles, que presentan grupos que se pueden polimerizar, después de la aplicación sobre el grano de pólvora de carga propulsora, adicionalmente, mediante una reacción de polimerización (como se describió arriba).

(0041) Como moderadores insolubles son adecuados los polímeros y oligómeros apolares o los polímeros y oligómeros altamente polares, con o sin grupos que se pueden polimerizar.

(0042) Ejemplos de ello son poli-vinilo-acetato completamente o parcialmente hidrolizables, poli-vinilo-alcohol, poli(vinilo-alcohol-co-etileno), poli-butadieno, poli-butanieno-diol, poli-buta-dien-diol-di-metacrilato, poli-butanieno-diol-di-acrilato, poliestirol, poli-vinilo-pirrolidona, poli-(acrilo-nitrilo-co-butanieno), poli-(α -metilo-estirol), poli-(vinilo-alcohol-co-vinilo-acetato), poli-(vinilo-toluol-co- α -metilo-estirol), etc.

(0043) Opcionalmente, la cantidad de moderador se elige en un ámbito, en el cual una curva del gradiente de temperatura que supone una representación del gradiente de temperatura superior para la pólvora propulsora con un contenido de moderador distinto y un contenido de sustancia sólida constante, presenta un mínimo. Esto tiene la ventaja de que el efecto solidificante o adhesivo del moderador se aprovecha del mejor modo posible en la formación de vástagos inicial, sin embargo, la estabilidad de la pólvora de carga propulsora no empeora (debido a los procesos de difusión que casi nunca perjudican).

(0044) El mínimo de la curva de gradiente de temperatura no ha de entenderse, en el contexto de la invención, como el único punto de datos, sino como ámbito de una cierta expansión, en la cual la dependencia de la presión máxima de la cantidad empleada de moderador es relativamente pequeña. La expansión es de aproximadamente 0.1% en peso de moderador. Las investigaciones han mostrado que el mínimo está en el ámbito de 0.05-0.2 % en peso de moderador (referido al peso del grano verde).

(0045) Es especialmente ventajoso cuando la cantidad de moderador se elige del límite inferior del ámbito mínimo. Las investigaciones han demostrado que el límite inferior está entre 0.05 y 0.1% en peso.

(0046) La cantidad de moderador, sin embargo, puede elegirse de manera que sea menor. Especialmente, es posible renunciar completamente al moderador y usar como líquido exclusivamente un disolvente volátil, de baja viscosidad.

(0047) Opcionalmente, el disolvente puede proporcionarse en una cantidad que se puede absorber completamente, dentro de la duración de tiempo predeterminada, en la cual se trata al grano verde con el líquido y la sustancia sólida en un aparato de mezclado. El grano verde se trata entonces sin que flote. Más bien, el grano verde es reticulado sólo lo suficiente y en este estado reticulado se transfiere al aparato de mezclado.

(0048) La cantidad del líquido está en el ámbito de 0.1 hasta 5% en peso (referido a la cantidad del grano verde). Preferiblemente, una cantidad está en el ámbito de 0.5 hasta 1% en peso. En el caso individual, la cantidad también puede ser mayor, cuando la sustancia sólida se puede introducir, a pesar de ello, en los canales.

(0049) Opcionalmente, para la determinación de la cantidad de sustancia sólida se tratan tres cargas del grano verde con distintas cantidades de sustancias sólidas, de manera que las cantidades de sustancias sólidas se diferencian en, como máximo, un 0.2% en peso referido al grano verde. En este sentido, se puede emplear para una primera carga, una cantidad X % en peso, para la segunda carga, una cantidad X + 0.1% en peso, y para la tercera carga, una cantidad X + 0.2% en peso. Con "X" se denomina, por ejemplo, una cantidad de sustancia sólida que es necesaria para una grafitización. En el caso de que el grano verde proporcionado ya esté grafitado, X puede ser = 0% en peso o puede elegirse para que sea muy pequeño (por ejemplo, X = 0.015 % en peso). (Los % en peso están siempre referidos a la cantidad de peso empleada del grano verde).

(0050) En base a las curvas del gradiente de temperatura de las tres cargas se puede determinar, cual es el ámbito de corte de las curvas del gradiente de temperatura. Sobre esta base, en el caso concreto (es decir, para la temperatura de uso concreta) se puede determinar la cantidad de sustancia sólida óptima para la producción. Óptima será normalmente una cantidad que conlleve un comportamiento independiente de la temperatura de la pólvora de carga propulsora. El coeficiente de temperatura entre, por ejemplo, 21° y 63° es entonces al 100% de más/menos 2%.

(0051) Este procedimiento se basa en el reconocimiento de que la independencia de la temperatura de la pólvora de carga propulsora puede ser controlada adecuadamente dentro de un ámbito con una amplitud de normalmente 0.25% en peso mediante la variación de la cantidad de la sustancia sólida. El ámbito de ajuste mencionado puede ser también mayor que 0.25% en peso, por ejemplo, 0.25 – 0.5 % en peso, en geometrías de grano verde más pequeñas (calibre intermedio). Con granos muy grandes (gran calibre) puede ser el ámbito de ajuste también más estrecho, por ejemplo, 0.1 % en peso de sustancia sólida.

(0052) Opcionalmente, las cantidades de sustancias sólidas se diferencian de las cargas en alrededor de 0.1% en peso. Esto es un buen patrón, para llegar al ámbito de corte con las configuraciones de granos verdes más diferentes, de forma rápida y sencilla. El número de las cargas puede aumentarse y/o puede disminuirse la cantidad de diferencia, para identificar de forma más exacta el ámbito de corte.

(0053) Alternativamente, es posible también llevar a cabo una división más gruesa o más fina del ámbito de la sustancia sólida, para definir las distintas cargas. Además, es posible elegir la cantidad de sustancia sólida en razón de otro tipo de cálculos, cuando no se trata de alcanzar un ajuste óptimo de los gradientes de temperatura.

(0054) Opcionalmente, la cantidad de sustancia sólida en el ámbito de ajuste se elige de tal modo que el coeficiente de temperatura en el ámbito de temperatura inferior y en superior está entre el 95% y el 105%, especialmente, entre 97% y 103%. Esto se corresponde con una vivacidad compensada de la pólvora de carga propulsora. Habida cuenta que, sin la formación de vástagos, la proporción $p_{\text{max}}/p_{\text{max}}(21^{\circ}\text{C})$ en el ámbito de temperatura superior (por ejemplo, 21°C – 63°C) está en una dimensión del 110%, mediante esto se elige una cantidad de sustancia sólida que conduce a una fundamental mejora del comportamiento de la temperatura.

(0055) Opcionalmente, la cantidad de sustancia sólida puede elevarse en una superficie específica (en el contexto de una comunicación) proporcionalmente desde >0 a 0.2% en peso, para descender la presión máxima relativa (en el contexto de una comunicación) proporcionalmente en el ámbito de la temperatura superior desde 105% hasta 95%. Esta regla de medida simplificada conlleva buenos resultados, comparativamente, con medios sencillos y poco esfuerzo. En efectos, la dependencia de la curva de gradientes de temperatura de la cantidad de sustancia sólida elegida no es realmente lineal (sino que tiene forma de S). Las variaciones de la linealidad en el ámbito decisivo, sin embargo, son tan mínimas que la regla de medición simplificada conduce a buenos resultados.

(0056) Alternativamente, también se pueden emplear otras reglas de medición (por ejemplo, no lineares, en forma de S) para determinar la cantidad necesaria de sustancia sólida para el comportamiento de temperatura deseado.

(0057) Opcionalmente, los canales presentan una medida transversal característica de 0.1 – 0.2 mm. En este ámbito se pueden fabricar sin problemas vástagos solidificados y anclados, además, este tipo de medidas transversales se pueden fabricar bien en métodos de extrusión. La sustancia sólida en forma de polvo, cuyo tamaño de partícula se elige de tal modo que puede penetrar bien en los canales, en cortes transversales del canal demasiado grandes, puede asentarse allí difícilmente. En cortes transversales del canal demasiado pequeños, la sustancia sólida no puede incorporarse ya de forma continua en las aberturas. Las dimensiones de partículas (de promedio) de la sustancia sólida es habitualmente notablemente menor que 0.2 mm. Esto significa que el tamaño de partícula, normalmente, es como mucho la mitad de grande que la medición transversal característica de los canales, especialmente, como mucho, tan grande como un 1/5.

(0058) Normalmente, los canales son más o menos circulares, de manera que la medición transversal se corresponde con el diámetro. Sin embargo, también pueden ser ovales o tener forma de estrella.

(0059) Opcionalmente, está previsto que la sustancia sólida tenga, según la medición transversal de los canales, un tamaño de partícula en el ámbito de 0,01 hasta 100 micrómetros, de forma especialmente preferible, en el ámbito de 0,1 hasta 50 micrómetros, en tanto que el tamaño de partícula ventajosamente no es mayor que 1/10 de la medición transversal del canal. Este dimensionado, sin embargo, no es obligatorio, como se muestra en las siguientes explicaciones.

(0060) Habida cuenta que las partículas de grafito han demostrado ser muy "móviles" o "deslizantes", las mismas pueden ser, por ejemplo, también sólo poco menores que la dimensión transversal de los canales, y a pesar de ello, producir un vástago. Las partículas de grafito se pueden comprimir bien, de manera que, sorprendentemente, también se pueden formar vástagos sólidos con partículas de grafito relativamente grandes.

(0061) Opcionalmente, la cantidad de sustancia sólida (en el contexto de una comunicación) puede ser proporcionalmente aumentada desde >0 a 0.2% en peso, para aumentar la presión máxima relativa en el ámbito de temperatura inferior (en el contexto de una comunicación) proporcionalmente desde 86% hasta 105%. Los conceptos mencionados arriba sobre el ámbito de temperatura superior son válidos, análogamente, para el ámbito de temperatura inferior.

(0062) Opcionalmente, con una matriz de grano con un diámetro en el ámbito de 11 – 14 mm, un número de canales en el ámbito de 16 – 24 y una dimensión transversal de los canales en el ámbito de 0.14 – 0.18 mm, la cantidad de sustancias sólidas se eligen dependiendo de la presión máxima relativa a ser alcanzada según la curva mostrada en la Figura 5. Normalmente, son 7 ó 19 canales, además, también, 38 ó 64 canales.

(0063) Para otra geometría de grano con otra superficie específica se cambia la cantidad de grafito correspondientemente, de manera que una necesidad reducida o adicionalmente condicionada por la grafitización. Según esta regla de medición es posible, ajustar adecuadamente sin ensayos complejos la dependencia de temperatura.

(0064) Opcionalmente, en un grano verde con una superficie específica se puede elegir en el ámbito de 600 mm²/g más/menos 20% de la sustancia sólida en un ámbito entre 0.12 y 0.21% en peso referido al grano verde. Con estas cantidades se puede conseguir al mismo tiempo la grafitización y una dependencia de temperatura óptima.

(0065) También es posible, fuera de la zona preferible mencionada, cuando son deseables efectos de temperatura menores.

(0066) Opcionalmente, para la medición de la cantidad de moderador se puede partir de la regla de que un aumento de 0 a 0.4% en peso (referido al grano verde) en el ámbito de temperatura inferior desciende la presión máxima relativa proporcionalmente de 97% a 88%.

(0067) Otra regla de medición opcional consiste en que la cantidad de moderador aumenta de 0 a 0.15% en peso, para bajar en el ámbito de temperatura superior la presión máxima relativa de 105% a 100%. De este modo, sin muchos esfuerzos de ensayos, pero, sin embargo, con una fiabilidad buena, se puede determinar la cantidad de moderador asociada al efecto de temperatura deseado. Esto es de ayuda, especialmente, cuando la cantidad de moderador se ha de mantener lo menor posible.

(0068) La sustancia de moderador puede elegirse en ciertos casos de uso de tal modo que la misma actúa, al mismo tiempo, como flegmatizador. En semejantes casos, hay que tener en cuenta criterios adicionales para la medición de la cantidad de moderador. Eventualmente, es mejor no usar la regla de medición de arriba o sólo de forma condicionada.

(0069) Opcionalmente, el moderador puede emplearse en una cantidad de 0.05 – 0.2% en peso, especialmente, de 0.1 – 0.15% en peso. Estas cantidades de moderador son relativamente pequeñas, y por ello, son preferibles. En semejante medición se pueden conseguir también entonces buenos resultados con respecto a los gradientes de temperatura, cuando la fórmula del grano verde no se adapta mediante las series de ensayos a la cantidad de moderador óptima.

(0070) Para determinar la cantidad óptima de la sustancia sólida se puede proceder como sigue:
Se parte del grano verde, que se fabrica de un lote determinado. En tanto que todo el grano verde es extruido del mismo lote (que ha de ser lo más homogénea posible), los granos individuales no se diferencian fundamentalmente entre sí, con respecto a la composición y las propiedades. Al menos, se procesan una primera y una segunda cantidad parcial en un método de mezclado y secado determinado con una cantidad de prueba determinada de sustancia sólida y dos cantidades de prueba diferentes de moderador. A partir de ahí se determina un ámbito mínimo para un gradiente de temperatura en el ámbito de temperatura superior. Expresado con otras palabras: el comportamiento de combustión prácticamente no varía en el ámbito de temperatura superior, cuando la cantidad de moderador se modifica dentro del ámbito mínimo. Fuera del ámbito mínimo, el gradiente de temperatura depende, sin embargo, de la cantidad empleada de moderador. Se elige una cantidad de moderador adecuada.

(0071) En otra etapa adicional, se extraen, al menos, otras dos cantidades parciales del lote mencionado del grano verde y se procesa en el método de mezclado y secado determinado con la cantidad elegida de moderador (dentro

del ámbito mínimo) y con dos cantidades de prueba distintas de la sustancia sólida. La cantidad de moderador se elige dentro del ámbito mínimo determinado en la etapa previa del método. De los, al menos, dos tratamientos con distintas cantidades de sustancia sólida se determina un ámbito de corte de la curva del gradiente de temperatura superior e inferior.

(0072) Según esto, del lote mencionado se puede extraer una cantidad de producción y se puede procesar en el método de mezclado y secado determinado con la cantidad elegida de moderador y con la cantidad óptima de sustancia sólida.

(0073) En el contexto de una producción extensa, se pueden fabricar y procesar también varios lotes del grano verde. Entonces, no es obligatoriamente necesario que en cada lote del grano verde se proceda según el método de arriba. Cuando las variaciones de los lotes anteriores no son insignificantes, pero tampoco son muy grandes, se puede comprobar con un método de ensayo sencillo, si la cantidad de sustancia sólida (y dado el caso, de moderador) aún es correcta.

(0074) Opcionalmente, el método de mezclado y secado comprende los siguientes pasos:

a) grano verde, sustancia sólida y un líquido de baja viscosidad se añaden en un aparato de mezclado;

b) la sustancia sólida es una sustancia, cuyo punto de fusión está a, al menos, 10°C, especialmente, a 20°C por encima de una temperatura de uso máxima de la pólvora de carga propulsora, que es inerte frente al grano verde y que se emplea en una cantidad dentro del ámbito definido por K_{\min} y K_{\max} , según la siguiente fórmula:

$$M(\text{sustancia sólida}) = K_{\min} \times F(\text{superficie específica}) + \text{offset}$$

$$M(\text{sustancia sólida}) = K_{\max} \times F(\text{superficie específica}) + \text{offset}$$

se elige, de forma que

$M(\text{sustancia sólida})$ es la cantidad de sustancia sólida en % en peso referida al peso del grano verde

$F(\text{superficie específica})$ es la superficie específica del grano verde en superficie por peso y

$K_{\min} = 0.0009 \text{ [g/mm}^2\text{]}$

$K_{\max} = 0.0014 \text{ [g/mm}^2\text{]}$

con offset = - 0.14.

La cantidad óptima de sustancia sólida es de:

$$M(\text{sustancia sólida}) = K_{\text{opt}} \times F(\text{superficie específica}) + \text{offset}$$

de manera que:

$$K_{\text{opt}} = 0.0012 \text{ [g/mm}^2\text{]}$$

$$\text{y Offset} = 0.14.$$

c) el moderador es una sustancia que tiene una buena compatibilidad química con la fórmula básica del grano verde y una volatilidad pequeña, es decir, presión de vapor a 21°C de $< 10^{-2}$ bar, y se emplea en una cantidad menor que 0.5 % en peso referido al peso del grano verde; preferiblemente, la cantidad de moderador asciende a no más del 0.2%;

d) el líquido de baja viscosidad es un disolvente o una mezcla de disolvente que disuelve muy bien al moderador estabilizador del vástago o que puede emulsionar finamente, y el grano verde puede hincharse, y se emplea en una cantidad de 0.1% en peso hasta 5% en peso referido a un peso del grano verde;

e) la sustancia sólida se trata mediante rotación del aparato de mezclado, bajo el efecto de la presión ejercida por la masa de la pólvora sucesivamente en los canales del grano;

f) después, el líquido se retira del grano, en el tratamiento posterior, por el aparato de mezclado, por ejemplo, mediante evaporación;

g) el grano verde tratado de este modo se seca a una temperatura elevada;

h) de tal modo que resulta un vástago de la sustancia sólida no volátil existente en el canal, mediante la compresión, que se compone al 90%, especialmente, al 95% de la sustancia sólida empleada y presenta una movilidad dependiente de la temperatura, en tanto que el mismo puede soportar de forma controlada una onda de presión del encendedor;

i) de tal modo que resulta una movilidad mayor con una temperatura de uso más baja que con una temperatura de uso más elevada, de manera que el vástago permite una combustión de agujero más intensa con una temperatura de uso menor que con una temperatura de uso mayor, de manera que resulta una dependencia de temperatura reducida de una combustión de la pólvora de carga propulsora.

(0075) Opcionalmente, la cantidad de moderador puede elegirse dependiendo de la presión máxima relativa a ser alcanzada según la curva de la Fig. 4. De este modo, es decisivo que en el ámbito inferior (-40°C hasta +21°C) de la temperatura de uso exista un mínimo de gradiente de temperatura, que presenta una amplitud normalmente, de máximo 0.2% en peso de moderador referido al grano verde, especialmente, de 0.1% en peso de moderador. La cantidad de moderador se elige de manera que sea preferiblemente lo menor posible, es decir, en el borde inferior del ámbito mínimo.

(0076) Opcionalmente, se pueden emplear una o varias de las siguientes sustancias o también sus mezclas como sustancia sólida: grafito, talco, óxido de titanio, carbonilla, sulfato de potasio, criolita de potasio, criolita de sodio, carbonato de calcio, tri-óxido de wolframio, tri-óxido de molibdeno, óxido de magnesio, nitrato de boro, acardita, centralita, carbonato de calcio, amida oxálica, carbamato de amonio, oxalato de amonio, butirato de celulosa-acetato, per-clorato de potasio, nitrato de potasio, nitrato de bario, oxalato de potasio, fullereno o polímeros y copolímeros con o sin grupos funcionales, lineales, ramificados o reticulados.

(0077) Opcionalmente, el tratamiento del grano verde puede llevarse a cabo de modo que la sustancia sólida, el moderador y el líquido son mezclados a una temperatura en el ámbito de 0°C hasta 90°C durante una duración del tratamiento entre 5 minutos y 4 horas, especialmente, entre 10 minutos y 120 minutos, en un aparato de mezclado. La velocidad de rotación del aparato de mezclado puede ser de, por ejemplo, entre 2 y 30 giros por minuto.

(0078) Opcionalmente, el tratamiento se puede llevar a cabo de manera que el aparato de mezclado permanece cerrado de forma obturada ante el gas durante un tiempo de actuación y que el mismo después de la evaporación del líquido está abierto durante un cierto periodo de tiempo en el ámbito de 5 minutos hasta 4 horas, especialmente, entre 10 minutos y 120 minutos. El líquido puede ser retirado, en lugar de mediante evaporación, también bajo presión negativa o mediante expulsión de gas.

(0079) Opcionalmente, primeramente, se puede distribuir la sustancia sólida de forma extendida y homogénea sobre toda la superficie del grano verde, y después, se puede añadir una solución del líquido bajo en viscosidad y del moderador.

(0080) Una pólvora de carga propulsora conforme a la invención presenta un grano con una matriz de grano verde con varios canales que atraviesan, teniendo cada uno una dimensión transversal característica de máximo 0.3 mm y que desembocan en una superficie exterior del grano verde. En los canales se encuentran vástagos de partículas de sustancia sólida comprimidas. La sustancia sólida se elige de tal modo que la misma es estable en el ámbito de temperatura de uso y es inerte frente al grano verde. El tamaño de partícula es de tal modo que la partícula de la sustancia sólida se puede introducir en los canales que atraviesan mediante un método de mezclado en el contexto de la invención. El vástago se compone, fundamentalmente, (es decir, prácticamente exclusivamente) de la sustancia sólida. Habida cuenta que la sustancia sólida mantiene en el ámbito de la temperatura de uso completo su estructura de cuerpo sólido y es inerte frente al grano verde, es estable a largo plazo. Ni se difunden las cantidades detectables en el grano verde, ni la sustancia sólida se vuelve blanda. Especialmente, en el vástago (excepto pequeñas trazas) no se contiene ningún moderador, ni ningún flegmatizador.

(0081) Los canales están cerrados respectivamente mediante una tapa con un espesor en el ámbito de 10 – 20 µm (micrómetro), en el cual se aloja un vástago que se extiende en el respectivo canal. El vástago se compone de partículas de sustancia sólida solidificada y se extiende por una longitud, que es notablemente mayor que la medida transversal, hacia dentro del canal. El vástago rellena el corte transversal del canal, esencialmente. Sin embargo, no se debe partir del hecho de que el vástago solidificado esté unido a lo largo de su longitud completa con el canal.

(0082) La cantidad de sustancia sólida contenida en las tapas y en el vástago está en el ámbito de ajuste de >0 hasta 0.5% en peso (referido al grano verde), en tanto que el gradiente de temperatura de la pólvora de carga propulsora se da por la cantidad de sustancia sólida según la Fig. 1.

(0083) El vástago puede, pero no tiene que contener grafito. La pólvora de carga propulsora terminada tiene sobre su superficie grafito, para alisar la superficie y evitar la carga electroestática.

(0084) Opcionalmente, el vástago contiene una proporción pequeña de sustancia sólida energética, especialmente, nitrocelulosa, hexógeno, octógeno, nitro-guanidina, nitro-triazol, etileno-di-nitramina, etilo-tetrito, amonio-picrato, sodio-nitrato, amonio-perclorato, sodio-perclorato, etc. Especialmente, la sustancia sólida energética puede corresponderse con la abrasión del grano verde generada en el método de mezclado.

(0085) El vástago tiene una temperatura de fusión que está por encima de una temperatura de fabricación, almacenamiento y/o uso, especialmente, por encima de 90°C. El mismo no contiene ningún moderador que sea líquido en el ámbito de temperatura de uso.

(0086) Preferiblemente, el grano verde tiene, al menos, 7 (por ejemplo, 19 o también más, especialmente, 38 o 64) canales que atraviesan axialmente. El espacio hueco de un canal cerrado por el vástago puede tener un volumen de espacio hueco que tiene varias veces el volumen de un vástago.

(0087) Con el empleo conforme a la invención de una sustancia sólida o mediante el método conforme a la invención se puede producir una pólvora de carga propulsora, en la cual la superficie específica es mayor que 420 mm²/g y la cantidad de sustancia sólida es mayor que 0.15% en peso, especialmente mayor que 0.2% en peso y en la cual la sustancia sólida se elige en un ámbito de ajuste de hasta 0.5% en peso, correspondiente a una dependencia de temperatura a ser alcanzada, de manera que resulta un vástago de la sustancia sólida no volátil existente en el canal mediante compresión, el cual se compone principalmente de una sustancia sólida usada y que presenta una movilidad dependiente de la temperatura, en tanto que el mismo puede soportar de forma controlada una onda de presión del encendedor.

(0088) También, con el uso de una sustancia sólida conforme a la invención o mediante el método conforme a la invención se puede crear una pólvora de carga propulsora, en el que la superficie específica es menor que 310 mm²/g y la cantidad de sustancia sólida es, para un efecto ventajoso, al menos, 0.05 % en peso y para un efecto óptimo, mayor que 0.075% en peso, a menudo mayor que 0.2% en peso. La sustancia sólida se elige, según una dependencia de temperatura a ser alcanzada, en un ámbito de ajuste de hasta 0.5% en peso. De la sustancia sólida no volátil, presente en el canal resulta mediante la compresión un vástago, que principalmente se compone de esta sustancia sólida usada y que, en general, causa un uso independiente de la temperatura de la pólvora de carga propulsora.

(0089) La invención comprende también una pólvora de carga propulsora, en la que la cantidad de sustancia sólida se elige dependiendo de la superficie específica de la pólvora de carga propulsora, de tal modo que los vástagos de sustancia sólida comprimidos en los canales y anclados a modo de cuerpo sólido están formados con una movilidad dependiente de la temperatura, y que el gradiente de temperatura en el ámbito de corte está en la curva del gradiente de temperatura inferior y superior.

(0090) La invención hace referencia también a una pólvora de carga propulsora que se caracteriza por las siguientes características:

a) La estructura física está formada por un grano verde capaz de hincharse con una configuración geométrica predeterminada con, al menos, un canal que lo atraviesa. El canal tiene una medición transversal característica de máximo 0.3 mm y desemboca en una superficie exterior del grano verde.

b) La pólvora de carga propulsora tiene, preferiblemente, una superficie específica que es mayor que 420 mm²/g. La misma puede ser también menor que 310 mm²/g. Otros tamaños de grano no se excluyen.

c) Sobre la superficie y en, al menos, un canal se encuentra una sustancia sólida que en la temperatura de uso es estable y que es inerte frente al grano verde y que tiene un tamaño de partícula que permite que se pueda introducir en los canales que atraviesan. El tamaño de partícula es, por ejemplo, menor que una mitad del diámetro del canal. En el aspecto químico / físico, la sustancia sólida tiene la propiedad de que se puede comprimir en el contexto de un método de mezclado y secado.

d) La cantidad de sustancia sólida depende de la superficie específica y es mayor que 0.05% en peso, preferiblemente mayor que 0.075% en peso, de forma especialmente preferible, mayor que 0.15% en peso, a menudo mayor que 0.2% en peso y está en un ámbito de ajuste de >0% en peso hasta 0.5% en peso según una dependencia de temperatura a ser alcanzada.

e) En el canal se encuentra una parte comprimida y anclada de la sustancia sólida no volátil. Ésta forma un vástago que se compone principalmente de la sustancia sólida usada y opcionalmente del moderador, con una movilidad dependiente de la temperatura, de tal modo que el vástago puede soportar una onda de presión del encendedor de forma controlada.

f) Opcionalmente, hay presente un líquido en la pólvora de carga propulsora, que puede hinchar el grano verde y que está contenido al final de la fabricación de la pólvora de carga propulsora, en una distribución homogénea, en la pólvora de carga propulsora. La composición química del grano verde y el líquido están adaptados el uno al otro, de manera que el grano verde puede hincharse. El líquido no contiene más de 0.5% en peso (referido al peso del grano verde) de una sustancia oligomérica o polimérica que sirve como moderador. Otra parte del líquido puede ser un disolvente de baja viscosidad.

g) La pólvora de carga propulsora posee un ámbito de ajuste de la sustancia sólida de >0 hasta 0.5% en peso para el ajuste de la dependencia de temperatura de la pólvora de carga propulsora, en tanto que la cantidad de sustancia sólida está ajustada dentro del ámbito de ajuste a la formación del vástago. El ámbito de ajuste está caracterizado por que, con unas condiciones que permanecen igual, para alcanzar una disminución notable de la presión máxima en un ámbito de temperatura superior y para alcanzar una elevación notable de la presión máxima en un ámbito de temperatura inferior del ámbito de temperatura de uso se emplea una cantidad mayor de sustancia sólida.

(0091) La pólvora de carga propulsora finalizada tiene una proporción de sustancia sólida determinada. Esta está dentro del ámbito de ajuste que pertenece a la pólvora de carga propulsora concreta. Esto significa que, con unas condiciones que permanecen iguales, una pólvora de carga propulsora se puede realizar también con otra (pero, a su vez, determinada) proporción de sustancia sólida. Esta otra proporción de sustancia sólida está igualmente en el ámbito de ajuste. Es característico del ámbito de ajuste conforme a la invención, que la presión máxima se puede bajar en el ámbito de temperatura superior (en el cual se puede usar la pólvora), cuando la cantidad de sustancia sólida se elige para que sea mayor. Y en el ámbito de temperatura inferior se eleva la presión máxima, cuando la cantidad de sustancia sólida se eleva. Esta propiedad, de que la presión máxima se ajuste sólo mediante la cantidad de sustancia sólida está condicionada por la estructura y el anclaje del vástago conforme a la invención en el canal.

(0092) Preferiblemente, la cantidad de sustancia sólida de la pólvora de carga propulsora (en el contexto de una comunicación) se elige como sigue:

$$M(\text{sustancia sólida}) = K_{\text{max}} \times F(\text{superficie específica}) + \text{offset}$$

de manera que

M(sustancia sólida) es la cantidad de sustancia sólida en % en peso referida al peso del grano verde
 F (superficie específica) es la superficie específica del grano verde en mm²/g
 $K_{\text{max}} = 0.0014 \text{ [g/mm}^2\text{]}$
 con offset = - 0.14

de forma que la presión máxima relativa desciende aproximadamente (es decir, en el contexto de una comunicación) proporcionalmente en el ámbito de temperatura superior desde 105% hasta 95%, o que la cantidad de sustancia sólida (en el contexto de una comunicación) se elige para que sea proporcional desde > 0 a $M(\text{sustancia sólida}) = K_{\text{max}} \times F(\text{superficie específica}) + \text{offset}$, de manera que la presión máxima relativa en el ámbito de temperatura inferior se eleva más o menos proporcionalmente desde 87% hasta 105%.

(0093) Las pólvoras de carga propulsora tratadas de un modo ideal muestran la independencia de temperatura mejor posible del comportamiento de combustión. Se encuentran en el punto de corte de las curvas de gradientes de temperatura superiores e inferiores.

(0094) También está en el contexto de la invención proporcionar pólvora de carga propulsora como mezcla de, al menos, dos pólvoras de carga propulsora (TLPa, TLPb) tratadas de forma distinta. Cada una de las pólvoras de carga propulsora diferente se produce mediante el método de fabricación conforme a la invención. Al menos, dos pólvoras de carga propulsora tratadas de forma distinta se mezclan en una proporción, que su mezcla se comporta como un polvo de carga propulsora óptima con una proporción de sustancia sólida en el ámbito de corte de la curva del gradiente de temperatura inferior y superior. Preferiblemente, las pólvoras de carga propulsora tratadas de forma diferente se basan en el mismo grano verde (geometría, composición química).

(0095) También es posible una pólvora de carga propulsora como mezcla del grano verde (GK) no tratada, y al menos, una pólvora de carga propulsora (TLPb) intensamente tratada, que se produce mediante el método conforme a la invención. Ambas pólvoras de carga propulsora se mezclan en semejante proporción que su mezcla se comporta como una pólvora de carga propulsora óptima con una proporción de sustancia sólida en el ámbito de corte de la curva de gradiente de temperatura superior e inferior.

(0096) Preferiblemente, la mezcla se calcula en base a la suposición de que la curva de gradiente de temperatura es recta entre ambas pólvoras de carga propulsora, sobre la cual están los puntos de la pólvora de carga propulsora. Con otras palabras: la influencia de cada una de las, al menos, dos pólvoras de carga propulsora se supone que es lineal en el gradiente de temperatura completo, y la mezcla se determina sobre la base de la fórmula "cantidad TLPa" / "cantidad TLPb" = $\Delta b / \Delta a$, en tanto que Δa es la diferencia entre la presión máxima relativa $P_{\text{max}} / P_{\text{max}}(23^\circ)$ de la TLPa y la presión máxima relativa $P_{\text{max}} / P_{\text{max}}(23^\circ)$ de la pólvora de carga propulsora en el punto de corte de las curvas S/Z (y Δb es análoga a la diferencia de presión relativa para TLPb).

(0097) Preferiblemente, se mezclan entre sí pólvoras de carga propulsora tratadas con distintas intensidades, para conseguir una pólvora de carga propulsora que se comporte óptimamente.

(0098) Una TLPa tratada débilmente se mezcla con una TLPb tratada intensamente. Una TLPa tratada débilmente presenta menos sustancia sólida que una TLP tratada de forma ideal, su presión de gas máxima ha sido bajada sólo un poco. Al contrario, una TLPb tratada intensamente presenta más sustancia sólida que una TLP tratada de forma ideal. Su presión de gas máxima desciende notablemente, y está por debajo del punto de corte de la curva de gradiente de temperatura superior e inferior. La TLPb muestra un comportamiento de temperatura inverso. Una mezcla de TLPa y TLPb producida en una proporción adecuada ofrece un TLP con un comportamiento de combustión independiente de la temperatura, que se corresponde con el de una TLP tratada de forma ideal.

(0099) En un caso sencillo se puede suponer que la influencia de la sustancia sólida, al menos, en el ámbito de ajuste es lineal. Para ello, se determina la influencia de la presión de gas máxima del punto de corte de las curvas S/Z para la TLP tratada respectivamente, es decir, Δa para TLPa y Δb para TLPb. Para un comportamiento prácticamente óptimo de la pólvora de carga propulsora, las TLPa y TLPb se mezclan entre sí en una proporción de cantidad (peso) que, al contrario, en la presión máxima es proporcionalmente a las diferencias:

$$\text{Cantidad(TLPa)}/\text{cantidad(TLPb)} = \Delta b/\Delta a$$

(0100) También es posible, según el mismo principio, mezclar un grano verde (GK) no tratado con una TLPb intensamente tratada.

(0101) La composición lineal es válida para ejemplos sencillos y ofrece buenos resultados. Si es necesario un ajuste muy exacto, puede ser ventajoso tener en cuenta también el comportamiento no lineal.

(0102) Igualmente, es posible mezclar entre sí más de sólo dos granos tratados con diferente intensidad o un grano no tratado, para conseguir una pólvora de carga propulsora con un comportamiento de combustión independiente de la temperatura.

(0103) De la descripción en detalle siguiente y de la totalidad de las reivindicaciones de la patente resultan otras formas de ejecución ventajosas y combinaciones de características de la invención.

Breve descripción de los dibujos

(0104) Los dibujos usados para la explicación del ejemplo de ejecución muestran:

Fig. 1 una representación de la curva de gradiente de temperatura en dependencia de la cantidad usada de sustancia sólida para seis distintas pólvoras de carga propulsora;

Fig. 2 una representación de la cantidad óptima y del límite inferior y superior de sustancia sólida en dependencia de la superficie específica de la pólvora de carga propulsora durante un tratamiento, que incluye el pulido de la superficie;

Fig. 3 una representación del límite inferior y superior de sustancia sólida durante un tratamiento de la pólvora de carga propulsora, que se lleva a cabo separado del pulido de la superficie;

Fig. 4 una representación del límite superior de sustancia sólida dependiendo del tambor usado con distintas placas desviadoras de diferentes relieves;

Fig. 5 una representación a modo parcial de la curva de gradiente de temperatura dependiendo de la cantidad usada de moderador con una cantidad constante de sustancia sólida para una pólvora de carga propulsora del tipo TLP2 con una fórmula específica de la Fig. 1;

Fig. 6 una representación a modo parcial de la curva de gradiente de temperatura dependiendo de la cantidad usada de sustancia sólida con una cantidad constante de moderador para una pólvora de carga propulsora del tipo TLP2 con una fórmula específica de la Fig. 1;

Fig. 7 una fotografía de un vástago solidificado en un canal., de un grano verde;

Fig. 8 una representación esquemática del método para determinar la cantidad óptima de moderador y de sustancia sólida;

Fig. 9a, b representaciones esquemáticas de la concentración del moderador en la matriz del grano verde antes (a) y después (b) del templado;

Fig. 10a, b efecto del tratamiento de grano verde en el arma;

Fig. 11 una representación de las curvas de gradiente de temperatura dependiendo de la cantidad usada de sustancia sólida para TLP2 para la fabricación de pólvora de carga propulsora real mediante el mezclado.

(0105) Fundamentalmente, en las Figuras los elementos iguales están provistos de las mismas cifras de referencias.

Métodos para la ejecución de la invención

(0106) En la Fig. 1 están representadas las curvas de gradiente de la temperatura para seis diferentes pólvoras de carga de propulsión TLP1 – TLP6. En la abscisa se representa la adición de sustancia sólida total en % en peso referido a la cantidad del grano verde y en la ordenada se representa el gradiente de temperatura en porcentaje. La

cantidad de sustancia sólida está medida de tal modo que sirve tanto para crear el vástago conforme a la invención, como también para pulir la superficie.

(0107) Las pólvoras de carga propulsora mostradas en la Fig. 1 están caracterizadas como sigue:

Denominación	TLP1 ♦	TLP2 ▲	TLP3 X	TLP4 ■	TLP5 +	TLP6 ○
Diámetro de grano verde (mm)	5.5	12.3	13.89	8.65	9.91	7.99
Número de canales	19	19	19	19	19	19
Diámetro de canal (mm)	0.17	0.18	0.18	0.19	0.18	0.18
Superficie específica (mm ² /g)	597.47	306.06	143.03	437.5	379.4	455.07

(0108) Para cada una de las seis pólvoras de carga de propulsión TLP1 hasta TLP6, las curvas de gradientes de temperatura están indicada en el ámbito de temperatura inferior y superior del ámbito de temperatura de uso. El ámbito de temperatura de uso se extiende en estos ejemplos desde -40°C hasta +63°C. Como ámbito de temperatura inferior se entiende el ámbito desde -40°C hasta +21°C y como ámbito de temperatura superior se entiende el ámbito desde +21°C hasta +63°C. (Los límites de los ámbitos de temperatura pueden definirse también de otro modo. La invención no depende directamente de la definición de los ámbitos). El gradiente de temperatura en el ámbito de temperatura inferior está definido de forma que la proporción de la presión máxima $p_{\max}(-40^{\circ}\text{C})$ se forma en el límite inferior (-40°C) del ámbito de temperatura inferior con respecto a la presión máxima $p_{\max}(+21^{\circ}\text{C})$ del límite superior (+21°C) del ámbito de temperatura inferior. Según esto, el gradiente de temperatura en el ámbito de temperatura superior se define mediante la proporción de la presión máxima $p_{\max}(+63^{\circ}\text{C})$ en el límite superior (+63°C) con respecto a la presión máxima $p_{\max}(+21^{\circ}\text{C})$ en el límite inferior del ámbito de temperatura superior. Los valores de presión se determinan, del modo conocido, en un ensayo de bomba de presión. (El gradiente de temperatura no tiene que estar referido a los correspondientes ámbitos de temperatura. También se pueden usar temperaturas de medición que están cercanas a los límites de temperatura, pero que están aún dentro del ámbito de temperatura correspondiente).

(0109) Las curvas de gradiente de temperatura surgen mediante el hecho de que una fórmula de pólvora de carga propulsora determinada se procesa con determinados parámetros de fabricación, y de que sólo el contenido de sustancia sólida se modifica para el tratamiento por pasos. Para cada contenido de sustancia sólida se registra el gradiente de temperatura inferior y superior como valor.

(0110) Análogamente, se puede determinar a partir de ensayos de bombas de presión la proporción de las vivacidades. Las curvas de los datos de tiros de un arma y de una bomba de presión se comportan de modo muy parecido; no se diferencian en los valores x y son solamente un 2% menores en los valores y. Algunas de las curvas sobre la base de resultados de las bombas de presión se recalculan en los valores del arma con factores de correlación determinados.

(0111) Las pólvoras de carga propulsora descritas son de dos o tres bases.

(0112) En las fórmulas de dos bases, la proporción de nitro-celulosa está entre el 50 y el 65% en peso, en tanto que el contenido de nitrógeno varía entre 12.6 y 13.5%. La proporción del ablandador energético se adapta al contenido de nitrógeno de la nitro-celulosa y está en 35 – 50% en peso, es decir, cuando más nitro-celulosa está contenida, menor ablandador energético se usa. Como ablandador energético se usan nitroglicerina, DEGDN o sus mezclas. Igualmente se usan como ablandadores los derivados NENA, como Me-NENA, Et-NENA, Bu-NENA y sus mezclas. Otras sustancias añadidas como estabilizadores o vaporizadores de protección contra las llamas están presentes normalmente en proporciones menores al 2% en peso.

(0113) La proporción de nitrocelulosa en fórmulas de tres bases está en un 40 hasta un 50% en peso. La proporción de los ablandadores energéticos varía entre 20 y 35% en peso. Se pueden usar los mismos ablandadores que en la fabricación de la pólvora de carga propulsora de dos bases. Adicionalmente, se usan componentes cristalinos como RDX o nitro-guanidina o una mezcla de ambos componentes. Su proporción está en 15 – 30% en peso. A ello se añaden sustancias adicionales como estabilizadores y/o vaporizadores de protección contra llamas, que normalmente no superan una proporción del 2% en peso.

(0114) TLP1 – TLP6 se fabricaron según una fórmula de dos o tres bases y se continuaron tratando como sigue:

TLP1: En un tambor de rotación se colocaron 55 kg de grano verde en una geometría de 19 agujeros, con un diámetro de 5,5 mm, un diámetro de agujero de 0.17 mm y una superficie específica de 597.47 mm²/g y se calentó a 30°C. Al grano verde calentado se añadió, mientras se giraba a 13.5 U/min, una mezcla al 50:50 de talco y grafito, en tanto que la cantidad de sustancia sólida total variaba entre 0.3 y 0.8% en peso (165 – 440 g). En cuanto la sustancia sólida fue distribuida homogéneamente en el grano verde, se añadieron 788 g de disolvente (etanol:agua, 3:1; aproximadamente 17 ml por kg de grano verde) y 55 g de poli-tetra-hidro-furano (0.1 % en peso) y con un tambor cerrado se mezcló a 30°C durante 60 min. Después, se retiró la tapa del cierre y el disolvente se evaporó mientras se giraba durante 30 min. El grano verde tratado se almacenó a aprox. 55°C hasta que el gradiente de concentración del flegmatizador fue menor que el gradiente crítico determinado (aproximadamente 90 h).

TLP2: En un tambor de rotación se colocaron 55 kg de grano verde en una geometría de 19 agujeros, con un diámetro de 12.3 mm, un diámetro de agujero de 0.18 mm y una superficie específica de 306.06 mm²/g y se calentó a 30°C. Al grano verde calentado se añadió, mientras se giraba a 13.5 U/min, 50 g de talco (0.10 % en peso) y la proporción de grafito variaba desde 0 hasta 0.2% en peso (0 hasta 16 g). Para pruebas con menos del 0.1% en peso en la proporción de sustancia sólida total se redujo correspondientemente la cantidad de talco añadida. Tan pronto como la sustancia sólida se distribuyó homogéneamente en el grano verde, se añadieron 695 g de disolvente (etanol:agua, 3:1; 15 ml por kg de grano verde) y 55 g de poli-tetra-hidro-furano (0,1% en peso) y con el tambor cerrado se mezcló a 30°C durante 60 minutos. Después, se retiró la tapa de cierre y se evaporó el disolvente mientras se giró durante 30 min. El grano verde tratado se almacenó a aproximadamente 55°C hasta que el gradiente de concentración del flegmatizador fue menor que el gradiente crítico determinado (aprox. 70 h).

TLP3: En un tambor de rotación se colocaron 55 kg de grano verde en una geometría de 19 agujeros, con un diámetro de 13.89 mm, un diámetro de agujero de 0.18 mm y una superficie específica de 143.03 mm²/g y se calentó a 30°C. Al grano verde calentado se le añadió, mientras se giraba a 13.5 U/min, grafito en una cantidad de 0.02 hasta 0.125 % en peso (11 hasta 69 g). En cuanto la sustancia sólida fue distribuida homogéneamente en el grano verde, se añadieron 512 g de disolvente (etanol:agua, 3:1; 11 ml por kg de grano verde) y 55 g de poli-tetra-hidro-furano (0,1 % en peso) y con un tambor cerrado se mezcló a 30°C durante 60 min. Después, se retiró la tapa del cierre y el disolvente se evaporó mientras se giraba durante 30 min. El grano verde tratado se secó durante 70 h a aproximadamente 55°C.

TLP4: En un tambor de rotación se colocaron 20 kg de grano verde en una geometría de 19 agujeros, con un diámetro de 8.65 mm, un diámetro de agujero de 0.19 mm y una superficie específica de 437.5 mm²/g y se calentó a 30°C. Al grano verde calentado se añadió, mientras se giraba a 13.5 U/min, una mezcla al 50:50 de talco y grafito, en tanto que la cantidad de sustancia sólida total variaba entre 0.3 y 0.6% en peso (60 – 120 g). En cuanto la sustancia sólida fue distribuida homogéneamente en el grano verde, se añadieron 312 g de disolvente (etanol:agua, 3:1; aproximadamente 18 ml por kg de grano verde) y 20 g de poli-tetra-hidro-furano (0.1 % en peso) y con un tambor cerrado se mezcló a 30°C durante 60 min. Después, se retiró la tapa del cierre y el disolvente se evaporó mientras se giraba durante 30 min. El grano verde tratado se secó durante 70 h a aproximadamente 55°C.

Para poder determinar la relación entre la cantidad de sustancia sólida y la superficie específica, la cantidad de pólvora de carga propulsora tiene que mantenerse constante durante el tratamiento, porque la misma tiene igualmente una influencia sobre la cantidad de sustancia sólida empleada. Cuanta más pólvora de carga propulsora se encuentra en el tambor, menor es la cantidad de sustancia sólida requerida. Esto se explica con la presión de masas y con la compresión mejorada gracias a lo anterior de la sustancia sólida en los agujeros. Por ello, se llevó a cabo un ensayo de prueba con 55 kg de grano verde del mencionado. Se determinó que la cantidad de sustancia sólida se reduce en un 12% para el ajuste del mismo efecto en comparación con el empleo de 20 kg de pólvora de carga propulsora.

TLP5: En un tambor de rotación se colocaron 55 kg de grano verde en una geometría de 19 agujeros, con un diámetro de 9,91 mm, un diámetro de agujero de 0.18 mm y una superficie específica de 379.4 mm²/g y se calentó a 30°C. Al grano verde calentado se añadió, mientras se giraba a 13.5 U/min, una mezcla al 50:50 de talco y grafito, en tanto que la cantidad de sustancia sólida total variaba entre 0.15 y 0.37% en peso (82,5–203,5 g). En cuanto la sustancia sólida fue distribuida homogéneamente en el grano verde, se añadieron 670 g de disolvente (etanol:agua, 3:1; 14 ml por kg de grano verde) y 77 g de poli-tetra-hidro-furano (0.14 % en peso) y con un tambor cerrado se mezcló a 30°C durante 60 min. Después, se retiró la tapa del cierre y el disolvente se evaporó mientras se giraba durante 30 min. El grano verde tratado se secó durante 70 h a 55°C.

TLP6: En un tambor de rotación se colocaron 55 kg de grano verde en una geometría de 19 agujeros, con un diámetro de 7,99 mm, un diámetro de agujero de 0.18 mm y una superficie específica de 455.7 mm²/g y se calentó a 30°C. Al grano verde calentado se añadió, mientras se giraba a 13.5 U/min, una mezcla al 50:50 de talco y grafito, en una cantidad de 0.28 hasta 0.52% en peso (154 hasta 286 g). En cuanto la sustancia sólida fue distribuida homogéneamente en el grano verde, se añadieron 927 g de disolvente (etanol:agua, 3:1; 19.5 ml por kg de grano verde) y 55 g de poli-tetra-hidro-furano y, con un tambor cerrado, se mezcló a 30°C durante 60 min. Después, se retiró la tapa del cierre y el disolvente se evaporó mientras se giraba durante 30 min. El grano verde tratado se secó durante 70 h a 55°C.

(0115) En la Fig. 1 se puede observar que, para cada fórmula de pólvora de carga propulsora, existe un ámbito de concentración para la sustancia sólida, en el cual se cortan y se cruzan la curva de gradiente de temperatura superior e inferior. La curva de gradiente de temperatura superior (la “rama caliente”) se prolonga con una proporción de sustancia sólida que va en aumento desde los valores más altos a los más bajos, correspondientemente, la curva de gradiente de temperatura inferior (la “rama fría”) se prolonga con una proporción de sustancia sólida que va en aumento desde los valores más bajos a los más altos. Para la TLP1, el punto de corte es de aprox. 0.6% en peso de sustancia sólida, para la TLP2 es de aprox. 0.2% en peso y para la TLP3 es de aprox. 0.08% en peso. El punto de corte para la TLP4 está en 0.45% en peso y aquél de la TLP5 está en 0.27 % en peso.

(0116) Hay que tener en cuenta que, para la TLP6, la relación de las vivacidades a 21°C y -40°C no fue influenciada tan intensamente por la proporción de la sustancia sólida. La vivacidad a -40°C se elevó, durante el aumento de la cantidad de sustancia sólida desde 0.25 a 0.85% en peso, solamente desde 89% a 93% de la vivacidad a 21°C. El

punto de corte con la curva de gradiente de temperatura superior que se prolonga conforme a lo esperado está en 0.42% en peso.

(0117) Además se puede observar en la Fig. 1 que, en el entorno del punto de corte, los gradientes de temperatura se modifican notablemente, con una modificación de la cantidad de sustancia sólida empleada. Como modificación notable es válido en este contexto un aumento que sea en cantidad mayor que 20. Además, existen siempre ámbitos de cantidades de sustancias sólidas, en los cuales el gradiente de temperatura, a pesar de la modificación de la cantidad de sustancia sólida, no varía prácticamente. En estos ámbitos, las curvas presentan aumentos que en cantidad son inferiores a 20. Aquel ámbito en el cual existe una dependencia del gradiente de temperatura por parte de la cantidad de sustancia sólida, se denomina en el contexto de la invención como ámbito de ajuste. En otras palabras: en un ámbito de ajuste puede influenciarse sobre la modificación de la cantidad de sustancia sólida sobre el gradiente de temperatura. El gradiente de temperatura puede controlarse o determinarse solamente mediante el contenido en sustancia sólida (manteniéndose las mismas condiciones).

(0018) El valor de inicio de la presión máxima relativa de la pólvora de carga propulsora solamente grafitada depende del gradiente de temperatura del grano no tratado y es específica de la fórmula. El ámbito de ajuste depende de la superficie específica del grano de carga propulsora. La superficie específica (superficie por peso) se determina por la geometría (incluido el número de canales) y por el volumen del producto a granel. En granos más espesos (con superficie específica menor, por ejemplo, en el ámbito de 100 mm²/g), el ámbito de ajuste es relativamente estrecho (por ejemplo, 0.06 % en peso de amplio), mientras que en granos finos (con una superficie específica mayor de, por ejemplo, 1000 mm²/g) el ámbito de ajuste puede tener una amplitud de 0.5% en peso (no representado). Además, el ámbito de ajuste, en, por ejemplo, pólvoras de 19 agujeros es mayor que en pólvora de 7 agujeros, habida cuenta que con un número mayor de canales se precisa más sustancia sólida, para llenar todos los canales.

(0119) Los gradientes de temperatura en el ámbito de temperatura superior disminuyen con una cantidad en aumento de la sustancia sólida. En granos mayores (TLP3) empieza el gradiente de temperatura superior, es decir, la "rama caliente", con aprox. 107% y cae entonces a modo de una "curva en Z" a 85%. El mismo gradiente de temperatura para los granos intermedios (TLP2) cae desde aprox. 111% (a 0.1% en peso de sustancia sólida) a 85% (a 0.25% en peso de sustancia sólida). De forma similar se prolonga la "rama caliente" para los granos TLP5, que cae desde 109% (a 0.16% en peso de sustancia sólida) a 85% (a 0.32% en peso de sustancia sólida). En una dimensión comparable está el gradiente de temperatura superior de los granos TLP6, que cae desde aprox. 110% (a 0.3% en peso de sustancia sólida) al 85% con 0.52% en peso de sustancia sólida. Para los granos TLP4, la curva se prolonga desde 110% (a 0.7% en peso de sustancia sólida) hasta el 85% (a 0.55% en peso). En la pólvora de carga propulsora menor (TLP1), la "rama caliente" empieza a aprox. 108% (con 0.4% en peso de sustancia sólida) y cae a 85% (con 0.7% en peso de sustancia sólida).

(0120) En el ámbito de temperatura inferior aumentan las curvas de gradiente de temperatura respectivamente en forma de S. La "rama fría" para la TLP3 inicia a aprox. un 95% y aumenta a 105%. Las curvas para la TLP2 y la TLP5 aumentan desde el 86% hasta igualmente el 105%. Las curvas correspondientes para la TLP4 ó la TLP1 empiezan al 93% o 97% y suben igualmente a aprox. 105% solamente para la TLP6 la "rama fría" es claramente plana. La misma se prolonga desde el 89% o el 97% y no puede ser influenciada por otras adiciones de sustancia sólida. El comportamiento que varía puede estar motivado con otra fórmula del grano verde. Mientras que las combinaciones TLP1 – TLP5 de nitroglicerina (NGL) y di-etileno-glicol-di-nitrato (DEGDN) contienen NENA, en la matriz del TLP6 está presente solamente DEGDN como único ablandador (aceite explosivo). Es conocido que, en comparación con otras pólvoras de carga propulsora, la pólvora DEGDN no se resquebraja a – 40°C y presenta una cierta elasticidad. De este modo, en la TLP6 está presente una fórmula de grano verde que se mantiene flexible y que no se resquebraja. La TLP6 muestra un comportamiento en el ámbito de temperatura inferior ("rama fría") que hace que se concluya que la fórmula tiene una influencia significativa.

(0121) En general, se puede determinar que cuanto más pequeño es el tamaño del grano, mayor es la superficie específica y más amplio es el ámbito de ajuste.

(0122) En efecto, el ámbito de ajuste en pólvoras de carga propulsora con una superficie específica más elevada no se puede separar bien de una saturación pura de la superficie de la pólvora de carga propulsora. Se ajusta un ámbito de transición amplio en el que la superficie aún no ha sido saturada, pero que ya penetra sustancia sólida en los canales. Este efecto se muestra en el caso presente, por ejemplo, en las TLP4 y TLP1.

(0123) Este contexto puede usarse para alcanzar la pólvora de carga propulsora óptima. La dependencia de la temperatura de una pólvora de carga propulsora es lo menor posible cuando las curvas de gradiente de temperatura se cortan. Así, hay que tener en cuenta que las curvas indicadas surgen mediante la valoración estática de un número grande de ensayos de bombas de presión. Es decir, el gradiente de temperatura, con una cantidad de sustancia sólida dada, no tiene que corresponderse exactamente con el valor legible en la Fig. 1. Más bien, los gradientes de temperatura individuales se dispersan en cierta medida. Además, la posición del punto de cruce dentro de ciertos límites se puede desplazar, cuando las condiciones de fabricación se modifican fundamentalmente. Sin embargo, es decisivo que, manteniéndose las mismas condiciones, existe un valor óptimo y que este valor óptimo se puede encontrar de forma fiable a través de otro método de ensayo descrito abajo en cada caso individual.

(0124) Las curvas de gradiente de temperatura pueden sufrir una cierta alteración, cuando se pasa del ensayo de bombas de presión al sistema de armas concreto. En los contextos conforme a la invención se puede conseguir, sin embargo, también, en esta transición se puede conseguir de modo adecuado un valor óptimo de rendimiento. Con un factor de correlación determinado, las curvas se pueden convertir en base a ensayos de bombas de presión, así como las curvas de los ensayos de armas. Cuando en un lote de producción determinado, el gradiente de temperatura, por ejemplo, es inverso, entonces se puede aspirar, mediante una cantidad reducida de sustancia sólida, a conseguir en el siguiente lote un gradiente de temperatura contrario, de manera que, al mezclarse ambos lotes, resulta la dependencia de temperatura mínima deseada.

(0125) La Fig. 2 muestra la relación entre la superficie específica (mm^2/g) y la cantidad de sustancia sólida (en % en peso referido al grano verde) de promedio mínima (Min.) y de promedio máxima (Max.) en el ámbito de la superficie específica de aprox. 150 – 600 mm^2/g , cuando junto con la generación del vástago conforme a la invención también se pula la superficie. A partir de estos valores se puede determinar la cantidad óptima (Opt.) de sustancia sólida. Además, se muestra el ámbito de ajuste (E) total.

(0126) Se puede reconocer claramente que el límite inferior y el superior de la sustancia sólida requerida son más o menos proporcionales respecto a la superficie específica. De ello se deriva que:

$$M(\text{sustancia sólida}) = K_{\text{min}} \times F(\text{superficie específica}) + \text{offset}$$

$$M(\text{sustancia sólida}) = K_{\text{max}} \times F(\text{superficie específica}) + \text{offset}$$

(0127) La cantidad mínima de sustancia sólida resulta de la superficie específica mediante la multiplicación de la misma con el factor K_{min} ; análogamente a esto, la cantidad de sustancia sólida máxima se corresponde con la superficie específica mediante multiplicación de la misma con el factor K_{max} , de forma que

$$K_{\text{min}} = 0.0009 \text{ [g/mm}^2\text{]}$$

$$K_{\text{max}} = 0.0014 \text{ [g/mm}^2\text{]}$$

$$\text{Offset} = -0.14$$

(0128) Para la cantidad óptima de sustancia sólida es válido:

$$M(\text{sustancia sólida}) = K_{\text{opt}} \times F(\text{superficie específica}) + \text{offset}$$

$$\text{con } K_{\text{opt}} = 0.0012 \text{ [g/mm}^2\text{]}$$

$$\text{Offset} = -0.14$$

(0129) Con los factores de arriba, partiendo de la superficie específica del grano verde, se puede determinar cuánta sustancia sólida se ha de usar para, en un método preferible que tiene como objetivo tanto el pulido de los granos como también la producción del vástago solidificado, ajustar la dependencia de temperatura.

(0130) El ámbito de ajuste es, en su conjunto, algo mayor que lo definido por los valores de K_{min} y K_{max} , con los cuales se trata de rectas de promedio. El ámbito está dentro de los límites E_{min} y E_{max} , con

$$M(\text{sustancia sólida}) = E_{\text{min}} \times F(\text{superficie específica})$$

$$M(\text{sustancia sólida}) = E_{\text{max}} \times F(\text{superficie específica})$$

con

$$E_{\text{min}} = 0.007 \text{ [g/mm}^2\text{]} \text{ y}$$

$$E_{\text{max}} = 0.0017 \text{ [g/mm}^2\text{]}.$$

(0131) El ámbito de ajuste se corresponde, en la aplicación de la cantidad de sustancia sólida requerida contra la superficie específica, con un ámbito de cono, que se amplía con la superficie específica en aumento y, además, que desplaza hacia valores más altos la cantidad de sustancia sólida requerida. El ámbito de ajuste es característico para un grano con una superficie específica determinada.

(0132) Cuando el pulido de la superficie se lleva a cabo en un paso del método separado, previo o posterior a la formación del vástago, entonces, ya no depende la cantidad requerida de sustancia sólida de la superficie específica. Esto se puede observar en la Fig. 3. La cantidad máxima de sustancia sólida para el tratamiento de la superficie es de: $M_{\text{max}} = 0.14 \%$ en peso.

(0133) Correspondientemente, la cantidad mínima de sustancia sólida para el tratamiento de la superficie es de: $M_{\text{min}} = 0.048 \%$ en peso.

(0134) La cantidad máxima se define por un límite superior, a partir del cual, a pesar de otras adiciones del gradiente de temperatura, ya no se puede modificar. La cantidad de sustancia sólida mínima causa una reducción del gradiente de temperatura en un 2%.

5 (0135) Siempre que en el caso individual no se mencione otra cosa, los % en peso se refieren a la cantidad del grano verde.

(0136) Generalmente, el pulido de la superficie en este contexto se puede igualar a una grafitización o a una saturación de la superficie con una mezcla de grafito y otra sustancia sólida.

10 (0137) La Fig. 4 muestra de nuevo la relación entre la superficie específica del grano TLP y la cantidad de sustancia sólida requerida para la formación del vástago (incluido el revestimiento de la superficie con grafito). Para ello, se aplican cantidades de sustancias sólidas contra los puntos de corte de los gradientes de temperatura superiores de la Fig. 1 con la curva al 100% para los tamaños de grano individuales, representados por su superficie específica. La
15 curva punteada muestra cómo la cantidad de sustancia sólida (en el punto de corte con la curva al 100%) depende de la superficie específica, cuando se usan piezas adosada de tambor (placas desviadoras), que están optimizadas a una minimización de la cantidad de grafito. Como lo muestra el gráfico, las reducciones de cantidades de grafito se pueden alcanzar en el ámbito de hasta el 20%.

20 (0138) Para el método optimizado resultan, por ejemplo, las siguientes cantidades de sustancias sólidas reducidas:

$$M(\text{sustancia sólida}) = K_{\min} \times F(\text{superficie específica})$$

$$M(\text{sustancia sólida}) = K_{\max} \times F(\text{superficie específica})$$

25 con $K_{\min} = 3/4000 \text{ [g/mm}^2\text{]}$
y $K_{\max} = 6/5000 \text{ [g/mm}^2\text{]}$

(0139) La cantidad de sustancia sólida óptima está, por ejemplo, en:

30
$$M(\text{sustancia sólida}) = K_{\text{opt}} \times F(\text{superficie específica})$$

con

35
$$K_{\text{opt}} = 1/1000 \text{ [g/mm}^2\text{]}.$$

(0140) En el caso de que se traten, en un tambor de determinado tipo constructivo (y con placas desviadoras determinadas), distintas pruebas de granos verdes, entonces aumenta la proporción de peso de la sustancia sólida necesaria linealmente (línea continua). Si se usa otro tambor con (otras) placas desviadoras optimizadas, entonces
40 la cantidad de sustancia sólida necesaria se puede reducir (línea continua) proporcionalmente para una prueba determinada del grano verde. La dependencia lineal de la cantidad de grafito de la superficie específica se sigue dando. Las placas desviadoras o entradas marcadas óptimamente pueden influenciar en la cantidad de la sustancia sólida necesaria. En cambio, la influencia del volumen empleado y de la cantidad de relleno empleada del tambor, o también, la rugosidad de las superficies del grano verde en la cantidad del grafito, son relativamente pequeñas.

45 (0141) Se debe tener en cuenta también la influencia de la velocidad periférica del tambor sobre el efecto del tratamiento del grano verde con la sustancia sólida.

(0142) Otro parámetro es la velocidad periférica del tambor. Así, según el radio o el diámetro del tambor, se tiene que adaptar la velocidad de rotación para conseguir una velocidad perimetral constante. En tambores mayores se tiene que reducir la velocidad de rotación que, en la práctica, es el tamaño de ajuste, a la misma velocidad perimetral. Se llevaron a cabo dos ensayos con TLP2 en un tambor de 220 kg. Con los mismos parámetros, la velocidad perimetral fue en el primer ensayo de 380 m/min. En el segundo ensayo aumentó en un 10%.

55 (0143) Se trataron 220 kg de TLP2 con una totalidad de 0,1% en peso de poli-tetra-hidro-furano, 0,1% en peso de talco, 0,095% en peso de grafito y 15 ml/kg de disolvente etanólico (75% de etanol en agua) con poli-tetra-hidro-furano a 30°C.

(0144) Ensayos en el arma de 120 mm dan como resultado, en la pólvora tratada según el ensayo 1, un aumento de la presión de 180 bar o una relación de $p_{\max} 63^\circ\text{C}$ con respecto a $p_{\max} 21^\circ\text{C}$ de 103,2%. Para la pólvora del
60 ensayo 2, que fue tratado con velocidades perimetrales más elevadas, resulta un aumento de presión de 20 bar o una relación de $p_{\max}(63^\circ\text{C})$ con respecto a $p_{\max}(21^\circ\text{C})$ de 100,3%. El mismo efecto se puede conseguir mediante el aumento de la cantidad de sustancia sólida en 0,02% con una velocidad perimetral inalterada. Supuestamente, otro aumento de la velocidad perimetral conlleva otro refuerzo del efecto.

65 (0145) Fundamentalmente, con la misma velocidad perimetral se obtienen aproximadamente los mismos resultados, cuando todos los parámetros del tratamiento del grano verde se mantienen constantes.

(0146) En el caso ideal, la relación de la longitud del grano con respecto al diámetro del grano es de 1:1 ó no varía más del 20%. Si la longitud del grano es mayor que el diámetro, entonces, normalmente, se tendrá que emplear una cantidad mayor de sustancia sólida, para conseguir un efecto comparable, como en un grano con la misma superficie específica, pero con una relación de la longitud del grano con respecto al diámetro de 1:1.

(0147) Los ensayos ha demostrado que una relación de la longitud del grano con respecto al diámetro es menor que 1 puede influir desventajosamente sobre la característica de combustión. Por ello, la relación de la longitud con respecto al diámetro se elige preferiblemente de 1:1 o mayor.

(0148) Se determinó una superficie específica crítica, por encima de la cual no es exitoso el tratamiento conforme a la invención. Si los granos o los canales son demasiado pequeños en el grano, no se pueden formar vástagos en los canales de los agujeros. En granos con una superficie específica de aprox. 1150 mm²/g no se forma, según lo probado, ningún vástago.

(0149) Ya con superficies específicas de 600 mm²/g, las variaciones sustanciales de la longitud de corte óptima pueden tener como consecuencia que no se conformen vástagos. De este modo, por ejemplo, una variación de la relación de la longitud con respecto al diámetro de 1:1 a 1:2 en superficies específicas por encima de 600 mm²/g puede conducir a que los vástagos no tengan la fiabilidad deseada.

(0150) La Fig. 5 muestra la influencia del moderador sobre la dependencia de la temperatura con una cantidad de sustancia sólida constante. La proporción de sustancia sólida se elige dentro del ámbito de ajuste. Sorprendentemente, aquí no se da un punto de cruce entre las curvas del gradiente de temperatura del ámbito superior y del inferior. En el ámbito de temperatura inferior desciende la curva del gradiente de temperatura fundamentalmente linealmente desde el 97.5% (con el 0% en peso de moderador) al 89% (con el 0.4% en peso de moderador). Según esto, la curva de gradiente de temperatura superior tiene un mínimo del 100% en el ámbito del 0.1 hasta el 0.15% en peso de moderador. Al reducir la cantidad de moderador al 0% en peso, aumenta el gradiente de temperatura al 105% y, al aumentar el moderador al 0.4% en peso, aumenta el gradiente de temperatura al 112%.

(0151) Según un aspecto ventajoso de la invención, la cantidad de moderador se elige para que sea lo menor posible. Esto puede alcanzarse, por ejemplo, cuando el moderador se emplea en una cantidad menor que el 0.1% en peso. La cantidad de 0.1% en peso es especialmente preferible, porque está en el extremo inferior del ámbito mínimo (0.1 – 0.15% en peso), y porque aquí está el gradiente de temperatura al 100%.

(0152) La Fig. 6 muestra una vista en corte de las curvas de gradiente de temperatura para la TLP2. Como sustancia sólida se combinaron 0.1% en peso de talco con distintas cantidades (0.02 – 0.11% en peso) de grafito. El moderador fue constante en 0.1% en peso (lo cual está en el extremo inferior del ámbito mínimo según la Fig. 5). El punto de corte de la curva de gradiente de temperatura inferior y superior está, en total, aproximadamente a 0.2% en peso de sustancia sólida (compárese la Fig. 1). Los valores de medición que se observan en la Fig. 6 se han de entender con una amplitud de oscilación estadística de 2% (respecto al gradiente de temperatura). Los puntos de apoyo de las curvas de gradiente de temperatura pueden usarse como regla de medición empírica y se pueden emplear como declaraciones concretas cuantitativas. La curva determinada para la fórmula de la pólvora de carga propulsora es, en este caso, una pólvora de tres bases con NC/DEGN/NGL específica. Con una fórmula modificada se puede dar otra tendencia.

(0153) La Fig. 7 muestra una fotografía de un grano de carga propulsora cortado. El cuerpo (1) tiene, por ejemplo, una forma exterior cilíndrica circular con un diámetro de, por ejemplo, 5.5 mm y una longitud de, por ejemplo, 5-7 mm. Sobre la superficie (2) se encuentra una capa de grafito, que se encarga de una conductibilidad eléctrica suficiente y de una superficie lisa. El cuerpo (1) posee un canal (3) que se extiende en dirección axial del cuerpo (1) y un diámetro de, por ejemplo, 0.17 mm. En la Fig. 5 se puede ver uno de varios canales del mismo tipo. La desembocadura del canal (3) está cerrada con una tapa (4) de una sustancia sólida solidificada y, eventualmente, adherida con moderador. La tapa (4) está obturada y evita la entrada de las llamas. En el canal (3) está alojado un vástago (5). Éste está unido fijamente a la tapa (4) y conforma una parte estable en su forma de una sustancia sólida comprimida (en origen en forma de grano).

(0154) La tapa (4) con el vástago (5) formado tiene una movilidad dependiente de la temperatura. Esto significa que la misma mantiene la presión de encendido en un ámbito determinado de la temperatura de uso. Para que la combustión a temperaturas elevadas lleve a un transcurso más plano de la presión del gas, la tapa (4) mantiene junto con el vástago (5) formado la presión de encendido, por ejemplo, a partir de una temperatura de uso de 35°C, de manera que el número de los canales en combustión es menor por encima de esta temperatura de uso que por debajo de la misma. Habida cuenta que la movilidad dependiente de la temperatura es una dimensión estadística (por ejemplo, no todos los vástagos de un grano tienen la misma movilidad), la pólvora de varios agujeros puede entrar en combustión con una temperatura de uso más elevada, en promedio, con menos agujeros, que con una temperatura más baja.

(0155) Este efecto es conocido en el documento US 7,051,658 (Nitrochemie Wimmis, Nitrochemie Aschau). Lo que es nuevo en el contexto presente es que la dependencia de temperatura, fundamentalmente, sólo se ajusta

mediante la elección adecuada de la cantidad de sustancia sólida y que este efecto se puede optimizar adecuadamente.

(0156) En base a la Fig. 8 se explica el método especialmente preferible para la optimización del comportamiento dependiente de la temperatura de la pólvora de carga propulsora.

(0157) Generalmente, se procede como sigue:

1. La geometría del grano de carga propulsora (forma, número de canales, dimensiones) es determinada por el uso que se pretende.

2. A causa de esta configuración predeterminada y de la superficie específica definida se elige el valor mínimo de sustancia sólida. Este está, en un tratamiento combinado (grafitización + formación de vástago), por encima de la cantidad que es necesaria convencionalmente para pulir el grano verde existente concreto.

3. Entonces, los tratamientos de prueba se llevan a cabo con distintas cantidades de moderador (muy bajas, intermedias, relativamente altas), para determinar el ámbito plano de la curva de gradiente de temperatura.

4. La cantidad de disolvente se adapta de tal modo que el grano verde puede absorber la cantidad de disolvente durante el tratamiento.

5. Entonces, se pasa a la determinación de la cantidad de grafito. Los tratamientos de prueba tienen que concebirse de tal modo que la dependencia del gradiente de temperatura se puede determinar por la cantidad de sustancia sólida en las pruebas. Si no se pudiera determinar ningún efecto de temperatura, la cantidad de sustancia sólida es demasiado baja. En el caso de que se esté en el ámbito inverso, la cantidad de sustancia sólida es demasiado alta.

(0158) Del modo conocido, una masa de pólvora (10) se prepara, por ejemplo, mediante el amasado de 58% en peso de nitrocelulosa, 26% en peso de nitroglicerina y 16% de di-etileno-glicol-di-nitrato. Como estabilizador se puede usar, por ejemplo, acardita II. La cantidad de masa de pólvora asciende, por ejemplo, a 8000 kg. Este tamaño de lote, así denominado, puede ser elegido según el uso de otro modo y sirve en adelante sólo como ejemplo de cifra explicada para las relaciones de cantidades.

(0159) A partir de la masa de pólvora (10) se fabrica mediante extrusión (11) el grano verde (12). La matriz de extrusión crea, por ejemplo, agujeros (19) con un diámetro interior en el ámbito de 0.15 – 0.20 mm. Los agujeros no tienen que ser todos igual de grandes, también puede ser ventajoso, por ejemplo, prever dos diámetros de agujero distintos. Con la finalidad de exponerlo con sencillez, en el ejemplo presente, sin embargo, se parte fundamentalmente de agujeros de igual tamaño.

(0160) Del lote de grano verde (12) así creado, se retiran tres cantidades parciales iguales (12.1) de, por ejemplo, 10 kg. En el primer tratamiento de prueba (16.1) se procesan la primera cantidad parcial (12.1) con una primera cantidad de prueba de moderador (13.1) y una cantidad de prueba de sustancia sólida (14.1) en un aparato de mezclado (15) (por ejemplo, un tambor de tratamiento rotatorio) conforme a la invención, de manera que resultan los vástagos solidificados (como se muestra en la Fig. 6). En el segundo tratamiento de prueba (16.2) se procesan en el mismo aparato de mezclado (15) la segunda cantidad parcial (12.1), la segunda cantidad de prueba de moderador (13.2) y la cantidad de prueba de sustancia sólida (14.1) con las mismas condiciones del método que en la primera cantidad de prueba (12.1). Según esto, en el tercer tratamiento de prueba (16.3) se procesa la cantidad parcial (12.1), la cantidad de prueba de moderador (13.3) y la cantidad de prueba de sustancia sólida (14.1). En estos tres tratamientos de prueba (16.1 – 16.3) se diferencian sólo las cantidades de prueba del moderador (13.1 – 13.3). se fijan, por ejemplo, a 0.05, 0.15 y 0.25% en peso. Las cantidades de prueba de sustancia sólida (14.1) son iguales de grandes y están, por ejemplo, en el medio del ámbito de ajuste para la superficie específica del grano verde (Fig. 2 y Fig. 3).

(0161) La pólvora de carga propulsora obtenida de los tres tratamientos de prueba (16.1, 16.2, 16.3) se investigan en la bomba de presión respecto a su dependencia de temperatura, y se determina el ámbito mínimo explicado según la Fig. 4 de la dependencia de temperatura con respecto a la cantidad de moderador. A causa de esta investigación (17.1) puede elegir el usuario un valor adaptado para la cantidad de moderador. De este modo, la cantidad de moderador se elige preferiblemente en el extremo inferior del ámbito mínimo. La cantidad de moderador elegida (13.4) (por ejemplo, 0.08% en peso en una pólvora de carga propulsora según la Fig. 4) se mantiene para la siguiente etapa de prueba (y para la posterior etapa de producción siguiente).

(0162) En la siguiente etapa, del lote del grano verde (12) se separan tres cantidades parciales iguales (12.2), cada una de 10 kg. La primera cantidad parcial (12.2) se procesa con la cantidad de prueba de moderador (13.4) elegida a causa de la primera etapa de tratamiento de prueba (que normalmente no se corresponde con una de las cantidades de prueba del moderador (13.1 -13.3) y con una primera cantidad de prueba de la sustancia sólida (14.2) en un aparato de mezclado (15) según la invención (procesamiento de prueba (16.4)), de manera que resultan los vástagos solidificados. En el mismo aparato de mezclado (15) se procesan la segunda cantidad parcial (12.2), la

cantidad de prueba del moderador y la cantidad de prueba de la sustancia sólida (14.3) con idénticas condiciones del método que en la primera cantidad de prueba (12.2) (tratamiento de prueba (16.5)). De forma similar, con la tercera cantidad parcial (12.2) se procesa la cantidad de prueba del moderador (13.4) con la cantidad de prueba de sustancia sólida (14.4) (tratamiento de prueba (16.6)). En estos tres tratamientos de prueba (16.4-16.6) se

5 diferencian sólo las cantidades de prueba de sustancia sólida (14.2-14.4). Se fijan, por ejemplo, a 0.5, 0.6 y 0.7% en peso en un grano verde del tipo TLP1 en la Fig. 1. Las cantidades de prueba del moderador (13.4) son iguales de grandes. Generalmente, se puede fijar la cantidad de prueba de la sustancia sólida en el valor mínimo, el óptimo y el máximo de sustancia sólida según la Fig. 2 o la Fig. 3. Preferiblemente, las tres cantidades de prueba de sustancia sólida son distintas en menos de la mitad del ámbito de ajuste, para que el transcurso de las curvas de gradiente de

10 temperatura se pueda determinar de forma segura, para que no se encuentre a ambos lados en el ámbito plano de las características S o Z.

(0163) La pólvora de carga propulsora obtenida de los tres tratamientos de prueba (16.4, 16.5, 16.6) se investigan en la bomba de presión respecto a su dependencia de temperatura, y se determina el ámbito de cruce explicado según la Fig. 1 la dependencia de temperatura con respecto a la cantidad de sustancia sólida. A causa de esta investigación (17.2), el usuario puede elegir un valor adecuado para la cantidad de sustancia sólida. De este modo, la cantidad de sustancia sólida se elige, preferiblemente, en más o menos el punto de cruce de las curvas de gradiente de temperatura. En una pólvora de carga propulsora según la Fig. 5, la cantidad de sustancia sólida óptima está en aprox. 0.09% en peso de grafito más 0.1% en peso de talco. En el ejemplo de la Fig. 5, la cantidad

15 de sustancia sólida podría ser también de aprox. 0.08% en peso de grafito y 0.1% en peso de talco (es decir, en total 0.18% en peso de sustancia sólida), porque esto aún está lo suficientemente cerca del punto de cruce (es decir, menos del 10% de variación de sustancia sólida) y al mismo tiempo tiene un gradiente de temperatura en el ámbito de temperatura superior (21-63°C) cerca del 100%.

(0164) Las cantidades de moderador y de sustancia sólida elegidas se emplean en la producción (18), que normalmente trabajan con lotes de 200 kg. ó más. En la práctica, en ciertos intervalos (es decir, para ciertos lotes de producción) se prueba si la pólvora de carga propulsora sigue poseyendo las propiedades que se pretenden lograr. Siempre que la dependencia de temperatura varía, se puede llevar a cabo una corrección con adaptaciones adecuadas de la cantidad de sustancia sólida. El contenido de moderador no tiene que variarse, ni debe hacerse. Si

20 la cantidad de sustancia sólida más bien se debe aumentar o descender, es algo que se determina en base a los resultados de la investigación (17.2). Habida cuenta que la sustancia sólida es inerte frente a la pólvora de carga propulsora, se garantiza que la variación de los parámetros de producción (cantidad de sustancia sólida) no muestra ningún efecto secundario indeseado. Se puede influenciar de forma adecuada sólo sobre la dependencia de temperatura.

(0165) La compatibilidad de las sustancias usadas (sustancia sólida, moderador) con el grano verde se puede determinar, en los casos concretos, con adecuados métodos de medición. Así, por ejemplo, las mezclas intensivas de grano verde y de los materiales del tratamiento de superficies a 80°C se investigan en un calorímetro de flujo calorífico (WFK) en cuanto al desarrollo del calor extensivo, o el material del tratamiento de superficie se aplica en

25 cantidades en exceso sobre el grano verde o se difunde en el grano verde. Estas pruebas se someten a la prueba de pérdida de peso de 90°C o se investigan en el calorímetro de flujo calorífico. Otra prueba para la determinación de la compatibilidad es la determinación de la temperatura de deflagración de semejantes materiales de tratamiento de superficies/ mezclas de grano verde.

(0166) El líquido y la sustancia sólida, así como la relación de la sustancia sólida con el líquido se han de elegir de modo que las partículas de sustancia sólida no se aglomeren, sino que mantengan su total movilidad. Esto es importante para la formación del vástago en las desembocaduras de los canales.

(0167) Fundamentalmente, puede usarse toda sustancia sólida o toda mezcla de sustancia sólida, que sea estable químicamente dentro del ámbito de temperatura de uso de la pólvora de carga propulsora y que sea compatible con la fórmula de la pólvora de carga propulsora, y así, no influya negativamente en la duración de vida química. Además, la sustancia sólida no debe fundirse en el ámbito de temperatura de producción, de bombardeo y de almacenamiento y no debe sublimarse y/o difundirse durante toda la duración de vida en las proporciones fundamentales del grano de la pólvora de carga propulsora. Preferiblemente, se eligen sustancias, cuyo punto de fusión esté, al menos, en 10°C por encima de la temperatura de uso máxima. Son preferibles las sustancias que poseen un punto de fusión por encima de 90°C y que son insolubles en la fórmula de la pólvora de carga propulsora o que, en todo caso, presentan sólo una solubilidad muy pequeña.

30

35

(0168) Preferibles son además las sustancias o mezclas de sustancias que ejercen una influencia positiva sobre la pólvora de carga propulsora (propiedades LOVA = "Low Vulnerability Ammunition", alta densidad aparente a granel, buena susceptibilidad de corrimiento, reductora de erosión, amortiguador del fuego, alto contenido de energía, conductibilidad eléctrica y buena capacidad de encendido).

40

(0169) En sustancias sólidas o sus mezclas se trata, sobre todo, de sustancias inertes.

45

(0170) Por motivos de la posibilidad de encendido de la pólvora de carga propulsora se tienen que usar, a ser posible, pequeñas cantidades de las sustancias sólidas inertes o sus mezclas.

50

(0171) Como moderadores se usan sustancias sólidas o líquidas. De este modo, se tienen que diluir los moderadores sólidos en el líquido de baja viscosidad, que se emplean como tercer componente. Los moderadores líquidos o disolventes de moderadores pueden estar presentes también emulsionados en el líquido de baja viscosidad.

(0172) Como moderadores son adecuadas, en principio, todas las sustancias sólidas y líquidas, que tienen una buena compatibilidad química con la fórmula básica del grano verde y que presentan una volatilidad pequeña (por ejemplo, presión de evaporación a 21°C de $< 10^{-2}$ bar). De este modo, el moderador puede emplearse como sustancia pura o como mezcla de sustancias.

(0173) Los moderadores empleados son, en general, sustancias inertes. Sin embargo, es muy posible que los "moderadores" energéticos se puedan emplear: éstos tienen que ser, en efecto, insensibles frente a la carga mecánica durante el proceso de tratamiento de superficies, durante la elaboración de la munición o durante el transporte y el empleo de la munición.

(0174) El moderador puede ser soluble o insoluble en la matriz de la pólvora de carga propulsora. Si el moderador es soluble, entonces el mismo se denomina flegmatizador y puede emplearse también según la función que ejercen éstos.

(0175) En el empleo de un moderador soluble en la matriz de la pólvora de carga propulsora se forma en el tratamiento de superficies en la capa de la pólvora de carga propulsora más externa un gradiente de concentración. Este gradiente de concentración puede descomponerse durante la duración de vida de la pólvora de carga propulsora mediante difusión, lo cual modifica obligatoriamente las propiedades de combustión de la pólvora de carga propulsora. Esto se muestra casi siempre en duraciones de vida mayores y en presiones de gas máximas mayores, lo cual influye desventajosamente sobre las propiedades balísticas y en un caso extremo pueden destruir el arma.

(0176) Esta inestabilidad balística (causada por los procesos de difusión) de la pólvora de carga propulsora no debe producirse. Por ello, el problema de la difusión del moderador tiene una importancia central en el tratamiento de superficies de las pólvoras de carga propulsora. Los fenómenos de difusión son dependientes, en la composición de la pólvora de carga propulsora, del tipo del moderador empleado y de la temperatura.

(0177) Si la pólvora de carga propulsora de dos o más bases se usa con concentraciones de aceite explosivo, entonces la difusión de moderadores se favorece intensamente. Por ello, el tratamiento de superficies conforme a la invención tiene que concebirse de forma que durante el almacenamiento de la pólvora de carga propulsora no se produzca ninguna modificación, o sólo una pequeña modificación causada por la difusión, de las propiedades balísticas interiores. Si se emplean moderadores fácilmente difundibles, entonces se tienen que emplear suficientes cantidades pequeñas o se tiene que garantizar que el proceso de difusión se cierre prácticamente antes de la elaboración en la munición.

(0178) Ejemplos de líquidos muy adecuados de baja viscosidad son agua, mezclas de agua y metanol, mezclas de agua y etanol, mezclas de agua y propanol, mezclas de agua y acetona, mezclas de agua y tetra-hidro-furano, así como pentano, hexano, heptano, ciclo-hexano, toluol, metileno-cloruro y sus mezclas.

(0179) Con las sustancias mencionadas arriba se tratan las pólvoras de carga propulsora en un tambor de pulido. El volumen de un tambor de pulido de cualquier tamaño de acero o cobre, en el que el volumen mínimo esté limitado a aprox. 10 litros, se llena para ello parcialmente de una pólvora de carga propulsora perforada. El grado de llenado que se pretende alcanzar está entre el 5 y el 50%, preferiblemente, entre 10 y 40%. La pólvora de carga propulsora puede no estar grafitada o estar grafitada. Para ello, se aplica primeramente la sustancia sólida mientras se gira, o la mezcla de sustancia sólida, y se distribuye homogéneamente sobre la superficie de la pólvora de carga propulsora total. Si la pólvora de carga propulsora empleada ha sido ya grafitada lo suficientemente, entonces, dado el caso, se puede prescindir de otra introducción de sustancia sólida, o se puede añadir adicionalmente otra sustancia sólida. Entonces, se añade una solución de líquido de baja viscosidad y el moderador o la mezcla de moderadores. En el caso de una reticulación deseada de moderadores que se pueden polimerizar, esta solución contiene adicionalmente el iniciador de polimerización.

(0180) Habida cuenta que a causa de conceptos de seguridad técnica (cargas electroestáticas durante el transporte de la pólvora de carga propulsora), la pólvora tiene que estar cubierta con un material conductivo eléctricamente, y debería ser en el tratamiento combinado, al menos, uno de los componentes de sustancia sólida polvo de grafito o carbonilla de acetileno.

(0181) En el tratamiento conforme a la invención se dejan actuar, bajo movimientos de flujo los más óptimos posibles de los granos de la pólvora de carga propulsora, y a temperaturas entre 0°C y 90°C, preferiblemente, entre 20°C y 70°C, durante un tiempo determinado, las sustancias añadidas sobre la superficie de la pólvora de carga propulsora. Para ello, el proceso de actuación dura entre 5 minutos y 4 horas, preferiblemente, entre 15 minutos y 120 minutos. El tambor de pulido tiene que estar cerrado herméticamente al gas durante el tiempo de actuación (según la presión del vapor del líquido empleado).

(0182) Después del tiempo de actuación, se retira, normalmente, la tapa del agujero de llenado en un dispositivo de tratamiento hermético al gas, de manera que el líquido de baja viscosidad se puede evaporar, en su mayor parte. También, este proceso de evaporación tiene que ser controlado en el tiempo de forma exacta. Así, el intervalo de tiempo puede estar entre 5 minutos y 4 horas, preferiblemente se evapora entre 10 minutos y 120 minutos. La evaporación puede apoyarse o fomentarse mediante otras medidas adicionalmente. De este modo, se puede conducir, por ejemplo, una corriente de aire o gas inerte a través de la pólvora de carga propulsora adicionalmente. Sin embargo, no se debe llevar a cabo ningún lavado con un líquido, habida cuenta que, en caso contrario, los vástagos se inundan.

(0183) En el caso de moderadores que no se pueden polimerizar, la pólvora de carga propulsora tratada se somete a continuación a un proceso de secado. De este modo, se retiran los últimos restos del disolvente y la capa del tratamiento se estabiliza. De este modo, la pólvora de carga propulsora se deja normalmente a 60°C durante aprox. 3 días en la estufa de ventilación forzada. Así, se puede retirar completamente (< 0.01%), por ejemplo, el etanol. El secado de la pólvora finalizada dura más que en los procesos que no tienen que producir ningún vástago de sustancia sólida.

(0184) Cuando se emplea un moderador que se puede polimerizar radicalmente, y se ha de llevar a cabo una reacción de polimerización, adicionalmente se añade un correspondiente iniciador de polimerización. El tratamiento de la pólvora de carga propulsora se lleva a cabo a una temperatura lo más baja posible y el líquido de baja viscosidad se retira a la misma temperatura. Preferiblemente, el tratamiento se lleva a cabo a temperatura ambiente. A continuación, se libera la pólvora de carga propulsora en el vacío de restos del disolvente y del oxígeno atmosférico y se pone un bajo gas inerte. Alternativamente, la pólvora de carga propulsora puede ser barrida sólo por el gas inerte, para suprimir el oxígeno atmosférico. Como gas inerte se puede emplear también, por ejemplo, argón o nitrógeno. Es entonces cuando la masa de la pólvora de carga propulsora bajo el gas inerte se calienta a la temperatura de polimerización requerida, que normalmente está a 30°C hasta 60°C por encima de la temperatura de tratamiento.

(0185) En el caso de que se haga el tratamiento, por ejemplo, a temperatura ambiente, entonces se emplea un iniciador de polimerización que es estable térmicamente a la temperatura ambiente, sin embargo, a 50°C hasta 80°C se descompone muy rápidamente en los correspondientes radicales.

(0186) El tiempo de media de descomposición de un iniciador de polimerización es el tiempo en el cual la mitad del iniciador se descompone a determinada temperatura en radicales. Este tiempo de media de descomposición es conocido por su significación central en todos los iniciadores térmicos que se pueden obtener comercialmente. Para que ahora las reacciones de polimerización se lleven a cabo, a ser posible, completamente, por seguridad, la duración de polimerización a una temperatura determinada, se sitúa en una cuarta hasta sexta parte del tiempo de media de descomposición del iniciador empleado a esta temperatura. Entonces, la pólvora de carga propulsora se enfría directamente en el aire o bajo un gas inerte a temperatura ambiente. Habida cuenta que para la aplicación del moderador que se puede polimerizar se usan preferiblemente disolventes de punto de ebullición bajo, apolares, la pólvora de carga propulsora está prácticamente exenta de disolvente después de la evacuación y de la polimerización.

(0187) Los procesos representados arriba ocasionan que los canales de agujero se cierren con vástagos compactos, comprimidos, que se componen principalmente de sustancias sólidas o mezclas de sustancias sólidas usadas (Fig. 6).

(0188) De este modo, el líquido de baja viscosidad y/o el moderador soluble en la pólvora de carga propulsora (flegmatizador) causan que el vástago se solidifique adicionalmente y se ancle en el canal del agujero.

(0189) Se ha observado que, en la combustión a temperaturas de pólvora elevadas, los vástagos están anclados en los canales de agujeros prácticamente de forma estable y se mantienen en el sitio. Mediante ello, en la primera fase de combustión, el proceso de quemado de la pólvora de carga propulsora, mediante la función de forma modificada, es diferente al comportamiento clásico, y la combustión de la pólvora rápida inherente se compensa, por ello, intensamente a temperaturas elevadas. Si la misma pólvora de carga propulsora entra en combustión a una temperatura ambiente, entonces, se modifica la función de forma en el sentido de que se produce un aumento de superficies más rápido, y con ello, se puede igualar la frecuencia de formación del gas a aquella con elevadas temperaturas de empleo. Finalmente, se observaron en temperaturas de pólvora de carga propulsora muy bajas que la frecuencia de formación de gas se iguala a aquella del grano verde, a causa de alcanzar un comportamiento clásico respecto a la función de forma en pólvoras de carga propulsora perforadas.

(0190) La combustión en las perforaciones de la pólvora de carga propulsora se ralentiza mediante la influencia condicionada por el tratamiento sobre la función de forma en temperaturas de pólvoras que van en aumento. Esto actúa contra la velocidad de combustión de la pólvora de carga propulsora que es cada vez más rápida con temperaturas en aumento. En el caso ideal, se compensan ambos efectos, de manera que la pólvora de carga propulsora tratada en superficies presenta un comportamiento de combustión independiente de la temperatura.

(0191) Haciendo la elección correcta de los componentes del tratamiento de superficies, este efecto se mantiene, cuando la pólvora de carga propulsora tratada se somete a un envejecimiento acelerado (por ejemplo, 4 semanas de

almacenamiento a 63°C), o bien se almacena durante mucho tiempo a temperatura ambiente. Así, la pólvora de carga propulsora tratada en superficies presenta una buena estabilidad balística, es decir, la munición llenada con esta pólvora de carga propulsora puede cerrarse de forma segura y con un rendimiento que se mantiene igual.

5 (0192) La Fig. 9a, b muestra esquemáticamente la distribución del moderador en la matriz del grano verde antes (a) y después (b) del temperado. La abscisa se corresponde con un corte transversal a través de un grano verde verticalmente con respecto a los canales. Sobre la ordenada se aplica la concentración del moderador.

10 (0193) Durante el tratamiento de la superficie, el moderador se difunde un poco dentro de la matriz del grano verde (1). Su concentración es entonces la mayor posible en la proximidad de la superficie (2) y a partir de los canales (3) (Fig. 9a).

15 (0194) A través del temperado se consigue una distribución homogénea del moderador en la matriz del grano verde (1) (Fig. 9b). Mediante esto, no existe ningún gradiente del moderador, de manera que éste no se puede seguir difundiendo. De este modo se evita una modificación balística de la pólvora de carga propulsora con el tiempo. Alternativamente, se puede evitar una migración del moderador durante el almacenamiento a través de la fijación del moderador, por ejemplo, mediante polimerización.

20 (0195) La Fig. 10a, b muestra esquemáticamente el efecto ventajoso del tratamiento del grano verde durante el bombardeo en el arma. En la Fig. 10a se muestra la presión máxima dependiendo de la temperatura. Como valores de temperatura se pueden tomar, por ejemplo, $T_{\min} = -40^{\circ}\text{C}$, $T_{\text{norm}} = +21^{\circ}\text{C}$ y $T_{\max} = +63^{\circ}\text{C}$. Sin embargo, también son posibles otros valores. La Fig. 10b muestra la dependencia de la velocidad a la boca de la temperatura. Un grano no tratado (grano verde) muestra un comportamiento lineal, es decir, su presión o su velocidad a la boca aumenta con una temperatura en aumento.

25 (0196) En cambio, las pólvoras de carga propulsora tratadas muestran un transcurso notablemente más plano. Especialmente, los valores de presión, o también análogamente a lo anterior, los valores de velocidad a la boca están con temperaturas altas por debajo de aquéllas de temperaturas normales.

30 (0197) Una munición puede ser optimizada con respecto a su rendimiento. La pólvora de carga propulsora correspondiente muestra, en comparación con el grano verde no tratado, un comportamiento de temperatura más plano. De este modo, sin embargo, la presión máxima se eleva mucho en el ámbito de temperatura inferior T_{\min} . Esto condiciona una velocidad a la boca aumentada y, así, un aumento de rendimiento.

35 (0198) Sin embargo, una munición puede ser mejorada también con respecto a la erosión del tubo mínima. La misma presenta, en total, presiones más bajas en comparación con la pólvora de carga propulsora optimizada en su rendimiento. Es decisivo que la presión máxima en el ámbito de temperatura superior T_{\max} sea descendida, lo cual mejora la protección antes de la erosión del tubo.

40 (0199) De la Fig. 11 se deduce una mezcla real de pólvoras de carga propulsora tratadas con diferente intensidad. Mediante el mezclado de granos no tratados de forma ideal o mediante el mezclado de granos no tratados (grano verde) con un grano tratado intensamente con un comportamiento de temperatura inverso (es decir, que la presión de gas es mayor a -40°C que a 63°C) se pueden crear pólvoras de carga propulsora que muestren un transcurso de temperatura muy plano, prácticamente óptimo.

45 (0200) La Fig. 11 muestra la curva de gradiente de temperatura para la TLP2 dependiendo de la cantidad usada de sustancia sólida. Dos puntos (a y b) están marcados. En el caso de la TLP2a (punto superior), el efecto del tratamiento es muy débil y la presión de gas máxima a 63°C desciende sólo en un 2,1%. La relación de la presión de gas máxima a 63°C en relación con aquélla que está a 21°C (Δa) es todavía de 108.8% (originalmente 110.9%). Al contrario, el efecto del tratamiento para la TLP2b (punto inferior) es muy fuerte. La relación de la presión de gas máxima a 63°C con respecto a aquélla a 21°C (Δb) es solamente del 89.0%.

$$\text{Cantidad(TLPa)}/\text{cantidad(TLPb)} = \Delta a/\Delta b$$

55 (0201) Ambas pólvoras de carga propulsora tratadas de distinta forma pueden ser mezcladas ahora con una pólvora de carga propulsora con un gradiente de temperatura óptimo. En el caso presente, una mezcla de TLP2a y TLP2b en la relación de aprox. 54 : 46 ofrece un comportamiento óptimo. En casos especiales puede ser ventajoso tener en cuenta los efectos no-lineales.

60 (0202) Alternativamente, es posible también mezclar el grano verde (GK) con la TLP2b para conseguir una pólvora de carga propulsora con gradientes de temperatura óptimos.

(0203) Sobre los ejemplos descritos a continuación hay que comentar lo siguiente:

- 65
- La masa en bruto de la pólvora de carga propulsora fue producida a partir de 58% de nitrocelulosa, 26% de nitroglicerina y 16% de di-etileno-glicol-di-nitrato. Como estabilizador se usó acardita II.
 - El grano verde perforado se fabricó en una extrusora de barras con una matriz de 19 agujeros. La dimensión de la matriz está indicada en los ejemplos respectivamente.

- El grano verde tratado en superficies con un comportamiento de combustión prácticamente dependiente de la temperatura se denomina también grano de carga propulsora SCDB (en inglés: "Surface Coated Double Base": "Superficie Revestida Doble Base").

5 Ejemplo 1

(0204) Se parte de un grano verde con un diámetro exterior de 12.3 mm y con 19 canales que atraviesan con un diámetro interior de 0.18 mm. En un tambor de rotación se tratan 220 kg de grano verde con 187 g de grafito (0.085% en peso) y 220 g de talco (0.16% en peso) durante 10 min. de este modo, la sustancia sólida se distribuye homogéneamente sobre la superficie del grano verde. Después, se añaden como líquido 2780 g de etanol (75% en volumen, 15 ml por kg de grano verde) y 220 g de poli-tetra-hidro-furano (0.16% en peso) y se lleva a cabo un tratamiento con el tambor cerrado hermético a gas durante 1 h. En el siguiente paso, el tambor se abre y el disolvente se evapora con el tambor en funcionamiento durante 30 min. La temperatura de tratamiento asciende a 30°C. Después, el grano verde tratado se seca durante 70 h a 55°C.

15 Ejemplo 2

(0205) En otro ejemplo se precalientan 55 kg de un grano verde de igual geometría que en el ejemplo 1 (diámetro exterior 12.3 mm, pólvora de 19 agujeros, 0.18 mm de diámetro interior de los canales) a 30°C y se mezclan con 90.75 g de grafito (0.165% en peso). En cuanto la sustancia sólida está distribuida homogéneamente sobre la superficie, se añaden 2780 g de etanol (75% en volumen, 15 ml por kg de grano verde) y 165 g de poli-tetra-hidro-furano (0.3% en peso). Durante 60 min se remueve a 30°C con el tambor cerrado, y a continuación, con el tambor abierto en funcionamiento se evapora durante 30 min. El grano verde tratado se seca durante 140 h a 60°C.

25 Ejemplo 3

(0206) 220 kg de un grano verde de 19 agujeros con un diámetro de 12 mm y un diámetro interior de los canales de 0.20 mm se tratan a 30°C con 0.40% en peso de grafito durante 10 min. entonces, se añaden etanol (75% en volumen, 10.6 ml por kg de grano verde) y 0.08% en peso de poli-tetra-hidro-furano. La mezcla se remueve con el tambor cerrado durante 60 min a 30°C, a continuación, se evapora el disolvente con el tambor abierto en funcionamiento durante 30 min. El grano verde tratado se seca durante 72 h a 60°C.

(0207) En resumen, hay que constatar que la invención crea un método para ajustar la dependencia de temperatura, que se basa en una variación adecuada de la cantidad de sustancia sólida. El método influye en la función de forma del comportamiento de combustión, en tanto que los vástagos se forman de un material inerte solidificado en los canales de la pólvora de carga propulsora, que tienen una movilidad dependiente de la temperatura controlada por la cantidad de sustancia sólida.

REIVINDICACIONES

1ª.- Uso de una sustancia sólida para la fabricación de una pólvora de carga propulsora, especialmente, para calibres intermedios o grandes, en un método en el cual la sustancia sólida junto con un líquido se trata en un método de mezclado y secado en los canales de un grano verde y allí se solidifica en un vástago, y la sustancia sólida es una sustancia cuyo punto de fusión está, al menos, 10°C, especialmente, al menos 20°C, por encima de una temperatura de uso de la pólvora de carga propulsora y que es inerte frente al grano verde, se caracteriza por que la sustancia sólida, con las mismas condiciones del método, se ajusta dentro de un ámbito de ajuste de $>0 - 0.5\%$ en peso referido al peso del grano verde, en tanto que se emplea una cantidad de sustancia sólida mayor, para un descenso notable de la presión máxima, en un ámbito de temperatura superior y, para una elevación notable de la presión máxima, en un ámbito de temperatura inferior de un ámbito de temperatura de uso, que se caracteriza por que la cantidad de sustancia sólida se elige en un ámbito de corte de las curvas de gradiente de temperatura, que representan una representación de los gradientes de temperatura inferiores y superiores para la pólvora propulsora con distinto contenido de sustancia sólida, y el gradiente de temperatura inferior está definido mediante la relación de la presión máxima en el límite inferior del ámbito de temperatura inferior a -40°C respecto a la presión máxima a 21°C , $p_{\text{max}}(-40^{\circ}\text{C})/p_{\text{max}}(21^{\circ}\text{C})$ y el gradiente de temperatura superior se da por la relación de la presión máxima del límite superior del ámbito de temperatura superior a 63°C respecto a la presión máxima a 21°C , $p_{\text{max}}(63^{\circ}\text{C})/p_{\text{max}}(21^{\circ}\text{C})$.

2ª.- Uso según la reivindicación 1ª, que se caracteriza por que, para un método combinado, en el cual se lleva a cabo tanto una grafitización como también una formación de vástagos, la sustancia sólida se usa en una cantidad que se corresponde con la suma de un valor de cantidad de la pólvora de carga propulsora requerida para la grafitización y con la suma de un valor de cantidad que se encuentra dentro del ámbito de ajuste.

3ª.- Uso según la reivindicación 2ª, que se caracteriza por que la sustancia sólida se elige en una cantidad de un ámbito definido por K_{min} y K_{max} , según la fórmula siguiente:

$$M(\text{sustancia sólida}) = K_{\text{min}} \times F(\text{superficie específica}) + \text{offset}$$

de manera que,

$M(\text{sustancia sólida})$ la cantidad de sustancia sólida en % en peso referida al peso del grano verde

F (superficie específica) la superficie específica del grano verde en mm^2/g y

$K_{\text{min}} = 0.0009 \text{ [g/mm}^2\text{]}$

$K_{\text{max}} = 0.0014 \text{ [g/mm}^2\text{]}$

Offset = - 0.14.

4ª.- Método para la fabricación de una pólvora de carga propulsora con dependencia de temperatura reducida dentro del ámbito de temperatura de uso predeterminado, con los siguientes pasos:

a) Se pone a disposición un grano verde con capacidad de hinchamiento con una dimensión de ejecución geométrica predeterminada, y al menos, un canal que atraviesa, que tiene una medición transversal característica de máximo 0.3 mm, y que desemboca en una superficie exterior del grano verde.

b) Se pone a disposición otra sustancia sólida, que es estable en el ámbito de temperatura de uso y que es inerte frente al grano verde, que presenta un tamaño de partícula que permite la introducción de la sustancia sólida en los canales que atraviesan, y que, en el contexto de un método de mezclado y secado, se puede comprimir.

c) Se pone a disposición un líquido que puede hinchar al grano verde y que al final de la fabricación de la pólvora de carga propulsora, o se puede retirar completamente, o se mantiene en una distribución homogénea en la pólvora de carga propulsora.

d) y el líquido no contiene más de 0.5 % en peso - referido al grano verde - de una sustancia que sirve como moderador, oligomérico o polimérico y el resto de la parte del líquido es un disolvente de baja viscosidad.

e) Se trata el grano verde se trata con el líquido y la sustancia sólida en un aparato de mezclado durante una duración de tiempo predeterminada.

f) Secado del grano verde tratado durante una duración de tiempo predeterminada.

g) Para el ajuste de la dependencia de temperatura de la pólvora de carga propulsora, se ajusta la cantidad de sustancia sólida dentro de un ámbito de ajuste de >0 hasta 0.5 % en peso para la formación de vástagos, manteniéndose las mismas condiciones del método, se emplea una cantidad de sustancia sólida mayor para un descenso más notable de la presión máxima en el ámbito de temperatura superior y para una elevación más notable de la presión máxima en un ámbito de temperatura inferior del ámbito de temperatura de uso,

que se caracteriza por que,

h) la sustancia sólida se elige en un ámbito de corte de las curvas de gradiente de temperatura, que representan una representación de los gradientes de temperatura inferiores y superiores para la pólvora propulsora con distinto contenido de sustancia sólida, y el gradiente de temperatura inferior está definido por la relación de la presión máxima en el límite inferior del ámbito de temperatura inferior a -40°C respecto a la presión máxima a 21°C , $p_{\text{max}}(-40^{\circ}\text{C})/p_{\text{max}}(21^{\circ}\text{C})$ y el gradiente de temperatura superior se da por la

relación de la presión máxima del límite superior del ámbito de temperatura superior a 63°C respecto a la presión máxima a 21°C, $p_{\max}(63^{\circ}\text{C})/p_{\max}(21^{\circ}\text{C})$.

5ª.- Método según la reivindicación 4ª, que se caracteriza por que el grano verde en el contexto de la grafitización, que sirve para el aumento de la conductibilidad y para evitar una adhesión del grano verde, antes de su tratamiento en el aparato de mezclado, se reviste de grafito en una cantidad $M(\text{sustancia sólida})$ adaptada a la superficie específica de la superficie específica, y por que la cantidad de sustancia sólida para la formación del vástago se elige dentro del ámbito

$$0 < M(\text{sustancia sólida}) < M_{\max}$$

y

$M(\text{sustancia sólida})$ la cantidad de sustancia sólida en % en peso referido al peso del grano verde
 $M_{\max} = 0.14$ % en peso.

6ª.- Método según la reivindicación 4ª, que se caracteriza por que la sustancia sólida comprende grafito, y por que la cantidad de sustancia sólida resulta en una suma de una cantidad de grafito requerida en el contexto de una grafitización, que sirve para el aumento de la conductibilidad y para evitar la adhesión del grano verde más la cantidad elegida dentro del ámbito de ajuste de la sustancia sólida, dentro del ámbito

$$K_{\min} \times F(\text{superficie específica}) + \text{offset} < M(\text{sustancia sólida}) < K_{\max} \times F(\text{sustancia sólida}) + \text{offset}$$

y

$K_{\min} = 0.0009$ [g/mm²],
 $K_{\max} = 0.0014$ [g/mm²],
 con offset = - 0.14,

especialmente, por que la cantidad de sustancia sólida se da por

$$M(\text{sustancia sólida}) = K_{\text{opt}} \times F(\text{superficie específica}) + \text{offset}$$

$K_{\text{opt}} = 0.0012$ [g/mm²],
 Offset = 0.14.

7ª.- Método según una de las reivindicaciones 4ª hasta 6ª, que se caracteriza por que el grano verde capaz de hincharse presenta una superficie específica de no más de 600 mm²/g.

8ª.- Método según una de las reivindicaciones 4ª hasta 7ª, que se caracteriza por que el grano capaz de hincharse presenta una relación de longitud con respecto al diámetro de, al menos, 1:1.

9ª.- Método según una de las reivindicaciones 4ª hasta 8ª, que se caracteriza por que la cantidad de moderador se elige en un ámbito en el cual una curva de gradiente de temperatura superior, que supone una representación del gradiente de temperatura superior para la pólvora propulsora con un contenido de moderador distinto y un contenido de sustancia sólida constante, presenta un mínimo.

10ª.- Método según una de las reivindicaciones 4ª hasta 9ª, que se caracteriza por que el disolvente se proporciona en una cantidad que puede ser absorbida completamente dentro de la duración de tiempo predeterminada del tratamiento del grano verde con el líquido y con la sustancia sólida en un aparato de mezclado.

11ª.- Método según una de las reivindicaciones 4ª hasta 10ª, que se caracteriza por que para la determinación de la cantidad de sustancia sólida se tratan, al menos, tres lotes con distintas cantidades de sustancia sólida diferentes, de manera que las cantidades de sustancia sólida se diferencian en un máximo de 0.2% en peso referido al grano verde.

12ª.- Método según la reivindicación 11ª, que se caracteriza por que las cantidades de sustancia sólida de los lotes se diferencian en aprox. 0.1% en peso.

13ª.- Método según una de las reivindicaciones de la 4ª hasta la 12ª, que se caracteriza por que la cantidad de sustancia sólida en el ámbito de ajuste se elige de tal modo que el coeficiente de temperatura está en el ámbito de temperatura entre 95% y 105%, especialmente, entre 97% y 103%.

14ª.- Método según una de las reivindicaciones 4ª hasta 13ª, que se caracteriza por que la cantidad de sustancia sólida se aumenta aprox. proporcionalmente desde 0 a $M(\text{sustancia sólida})$; y

$$M(\text{sustancia sólida}) = K_{\max} \times F(\text{sustancia sólida}) + \text{offset}$$

de manera que

M(sustancia sólida) es la cantidad de sustancia sólida en % en peso referido al peso del grano verde

F(superficie específica) es la superficie específica del grano verde en mm^2/g y
 $K_{\text{max}} = 0.0014 [\text{mm}^2/\text{g}]$
 Offset = 0.14.

para descender la presión máxima relativa aprox. proporcionalmente en el ámbito de temperatura superior desde 105% hasta 95% o por que la cantidad de sustancia sólida se aumenta aprox. proporcionalmente desde 0% a M(sustancia sólida) $K_{\text{max}} \times F(\text{sustancia sólida}) + \text{offset}$, para aumentar la presión máxima relativa en el ámbito de temperatura inferior aprox. proporcionalmente desde 87% hasta 105%.

15ª.- Método según una de las reivindicaciones 4ª hasta 14ª, que se caracteriza por que los canales presentan una medición transversal característica de 0.1 – 0.2 mm.

16ª.- Método según una de las reivindicaciones 4ª hasta 15ª, que se caracteriza por que una cantidad del moderador se aumenta en el ámbito entre 0 y 0.4% en peso, para descender en el ámbito de temperatura inferior la presión máxima relativa desde el 97% al 88% o porque la cantidad de moderador se aumenta desde 0 a 0.15% en peso, para descender en el ámbito de temperatura superior la presión máxima relativa desde 105% al 100%.

17ª.- Método según una de las reivindicaciones 4ª hasta 16ª, que se caracteriza por que el moderador se emplea en una cantidad desde 0.05 – 0.15% en peso.

18ª.- Método según una de las reivindicaciones 4ª hasta 17ª, que se caracteriza por que

- a) de un lote del grano verde extruido, se tratan, al menos, una primera y una segunda cantidad parcial en un método de mezclado y secado determinado con una cantidad de prueba determinada de sustancia sólida, y al menos, dos cantidades de prueba distintas de moderador, y a partir de ahí se determina un ámbito mínimo para un gradiente de temperatura en el ámbito de temperatura superior y se elige una cantidad de moderador que está en un ámbito mínimo,
- b) del lote mencionado del grano verde se tratan, al menos, otras dos cantidades parciales en el método de mezclado y secado determinado con la cantidad de moderador elegida, y al menos, dos cantidades de prueba distintas de sustancia sólida, y a partir de ahí se determina un ámbito de corte del gradiente de temperatura superior e inferior y se elige una cantidad de sustancia sólida, y
- c) se trata una cantidad de producción del lote mencionado en el método de mezclado y secado determinado con la cantidad de moderador elegida y con la cantidad de sustancia sólida elegida.

19ª.- Método según la reivindicación 18ª, que se caracteriza por que el método de mezclado y secado comprende los siguientes pasos:

- a) el grano verde, la sustancia sólida y un líquido de baja viscosidad se añaden en un aparato de mezclado,
- b) y la sustancia sólida es una sustancia, cuyo punto de fusión está a, al menos, 10°C, especialmente, a 20°C por encima de una temperatura de uso máxima de la pólvora de carga propulsora, que es inerte frente al grano verde;
- c) el moderador es una sustancia que tiene una buena compatibilidad química con la fórmula básica del grano verde y una volatilidad pequeña, es decir, presión de vapor a 21°C de < 10-2 bar,
- d) el líquido de baja viscosidad es un disolvente o una mezcla de disolvente que disuelve muy bien al moderador estabilizador del vástago o que puede emulsionar finamente, y sin embargo, el grano verde no se hincha o se hincha sólo un poco, y se emplea en una cantidad de 0.1% en peso hasta 5% en peso referido a un peso del grano verde,
- e) la sustancia sólida se trata mediante rotación del aparato de mezclado, bajo el efecto de la presión ejercida por la masa de la pólvora sucesivamente en los canales del grano verde,
- f) después, el líquido se retira del grano, en el tratamiento posterior, por el aparato de mezclado, mediante evaporación,
- g) y el grano verde tratado de este modo se seca a una temperatura elevada,
- h) de tal modo, que se produce una parte comprimida y anclada de la sustancia sólida en el canal, que forma un vástago que se compone principalmente de la sustancia sólida usada y del moderador opcional, con una movilidad dependiente de la temperatura, en tanto que el vástago puede soportar de forma controlada una onda de presión del encendedor y se ajusta una fuerza del vástago mediante una duración de tratamiento en el aparato de mezclado, en el sentido de que una duración del tratamiento mayor conlleva un vástago más fuerte,
- i) de tal modo que resulta una movilidad mayor con una temperatura de uso más baja que con una temperatura de uso más elevada, de manera que el vástago permite una combustión de agujero más intensa con una temperatura de uso menor que con una temperatura de uso mayor, de manera que resulta una dependencia de temperatura reducida de una combustión de la pólvora de carga propulsora.

20.^a- Método según una de las reivindicaciones 4^a hasta 19^a, que se caracteriza por que la sustancia sólida comprende una o más de las siguientes sustancias: grafito, talco, óxido de titanio, carbonilla, sulfato de potasio, criolita de potasio, criolita de sodio, carbonato de calcio, tri-óxido de wolframio, tri-óxido de molibdeno, óxido de magnesio, nitrato de boro, acardita, centralita, carbonato de calcio, amida oxálica, carbamato de amonio, oxalato de amonio, butirato de celulosa-acetato, per-clorato de potasio, nitrato de potasio, nitrato de bario, oxalato de potasio, fullereno o polímeros y co-polímeros con o sin grupos funcionales, lineales, ramificados o reticulados.

21.^a- Método según una de las reivindicaciones 4^a hasta 20^a, que se caracteriza por que el secado de la pólvora de carga propulsora se lleva a cabo durante, al menos, 60 horas, especialmente, durante 3 días y, especialmente, a 60°C.

22.^a- Método según una de las reivindicaciones 4^a hasta 21^a, que se caracteriza por que como moderador se usa un poli-éter con pesos moleculares de 500 hasta 3000 Dalton, especialmente, poli-tetra-hidro-furano.

23.^a- Método según una de las reivindicaciones 4^a hasta 22^a, que se caracteriza por que el aparato de mezclado permanece cerrado herméticamente al gas durante un tiempo de actuación y por que el mismo, a continuación, para la evaporación del líquido está abierto durante un periodo de tiempo determinado, en el intervalo de 5 minutos hasta 4 horas.

24.^a- Pólvora de carga propulsora como mezcla de, al menos, dos pólvoras de carga propulsora tratadas de formas diferentes (TLPa, TLPb), que se pueden obtener respectivamente mediante el método según la reivindicación 4^a, que se caracteriza por que las, al menos, dos pólvoras de carga propulsora tratadas de formas diferentes son mezcladas en una relación, de manera que su mezcla se comporta como una pólvora de carga propulsora óptima con una proporción de sustancia sólida en el ámbito de corte de la curva de gradiente de temperatura superior e inferior, y las curvas de gradiente de temperatura conforman la representación del gradiente de temperatura superior o inferior, con un contenido de sustancia sólida distinta de la pólvora de carga propulsora, y el gradiente de temperatura inferior se define mediante la relación de la presión máxima en el límite inferior del ámbito de temperatura a $p_{\max}(-40^{\circ}\text{C})$ con respecto a la presión máxima a 21°C , $p_{\max}(-40^{\circ}\text{C})/p_{\max}(21^{\circ}\text{C})$ y el gradiente de temperatura superior se da mediante la relación de la presión máxima en el límite superior del ámbito de temperatura superior a 63°C con respecto a la presión máxima a 21°C , $p_{\max}(63^{\circ}\text{C})/p_{\max}(21^{\circ}\text{C})$.

25.^a- Pólvora de carga propulsora según la reivindicación 24^a, que se caracteriza por que la influencia de cada una de las, al menos, dos pólvoras de carga propulsora es lineal en el gradiente de temperatura común y se corresponde con la fórmula $\text{TLPa}/\text{TLPb} = \Delta b/\Delta a$, es decir, la relación de cantidad del TLPa con respecto al TLPb es inversamente proporcional con las diferencias en la presión máxima, de manera que Δa es la diferencia entre la presión máxima relativa $p_{\max}/p_{\max}(23^{\circ})$ de la TLPa y la presión máxima relativa $p_{\max}/p_{\max}(23^{\circ})$ de la pólvora de carga propulsora está en el punto de corte de las curvas de gradiente de temperatura superior e inferior y Δb es la diferencia entre la presión máxima relativa $p_{\max}/p_{\max}(23^{\circ})$ de la pólvora de carga propulsora en el punto de corte de las curvas de gradiente de temperatura superior e inferior.

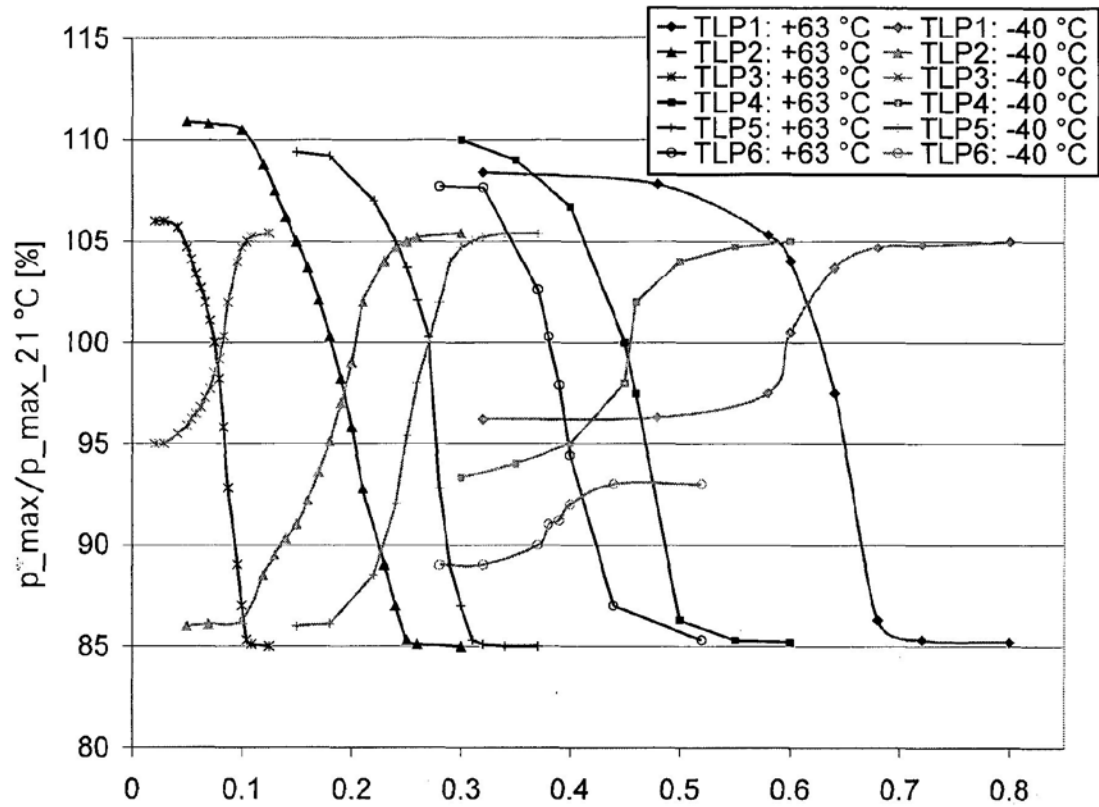


Fig. 1 sustancia sólida (grafito + talco) [% en peso]

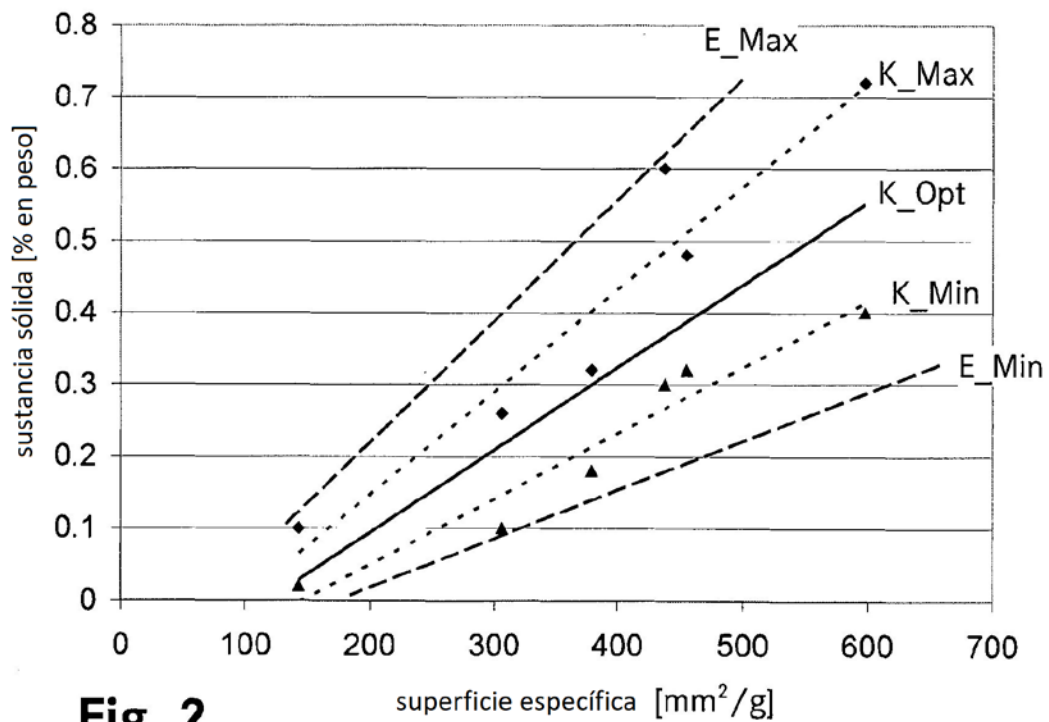


Fig. 2 superficie específica [mm²/g]

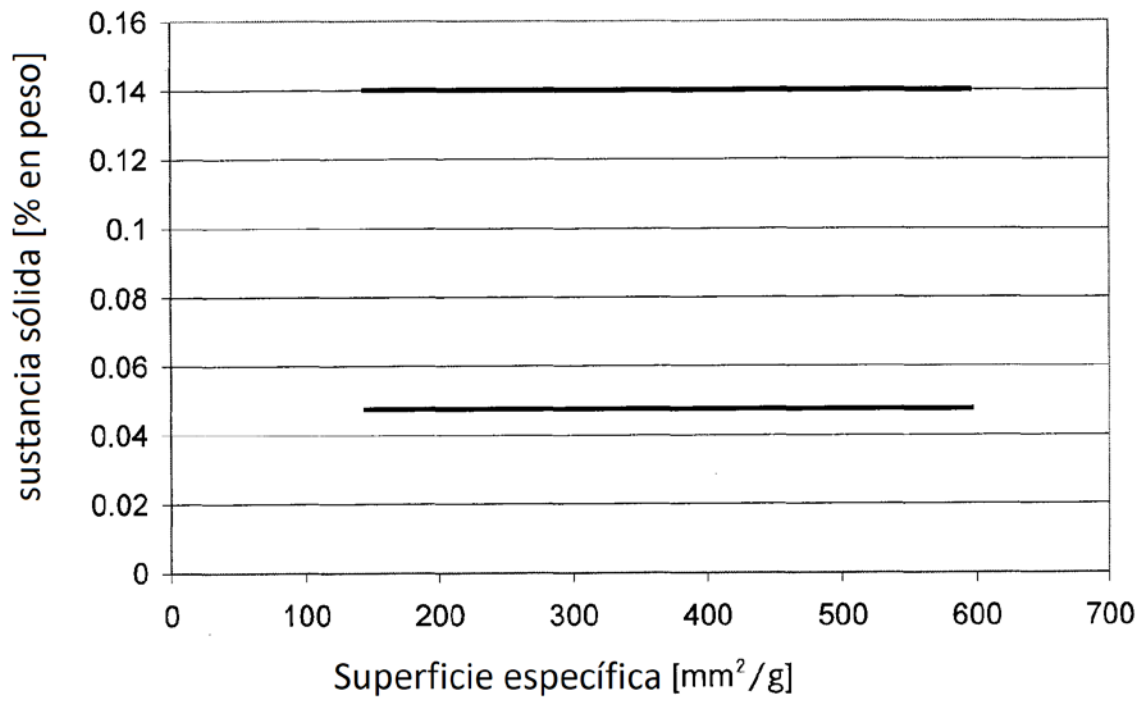


Fig. 3

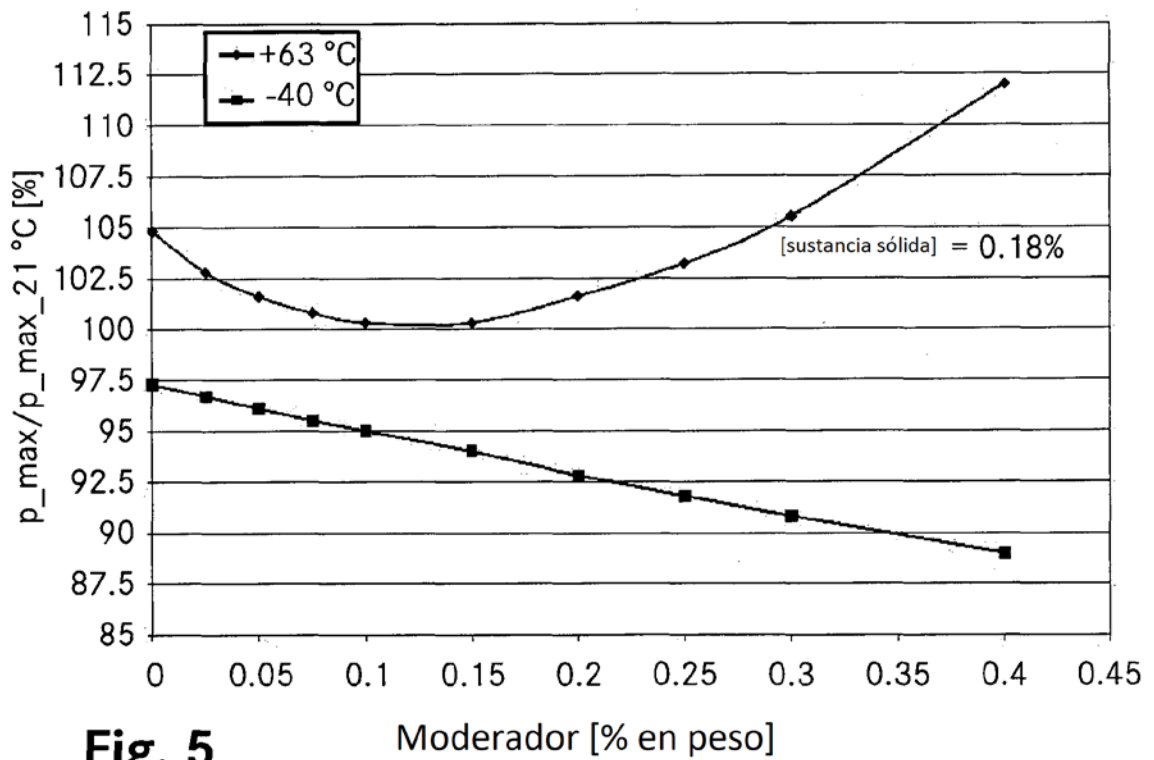
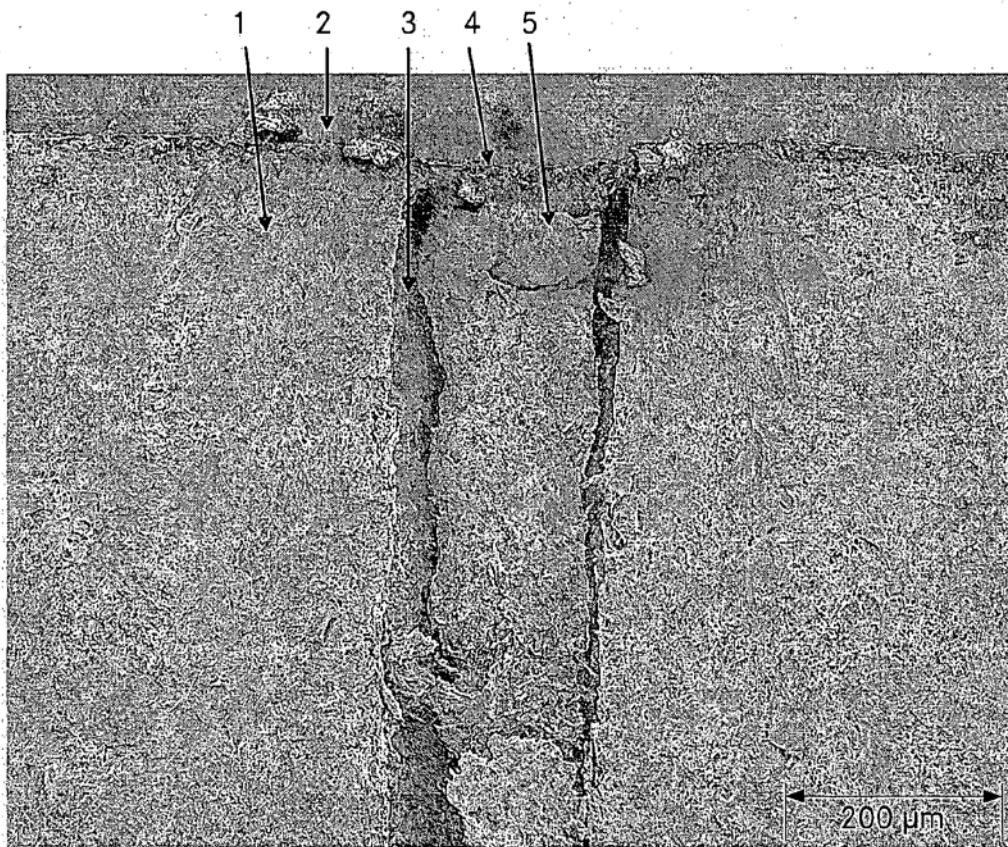
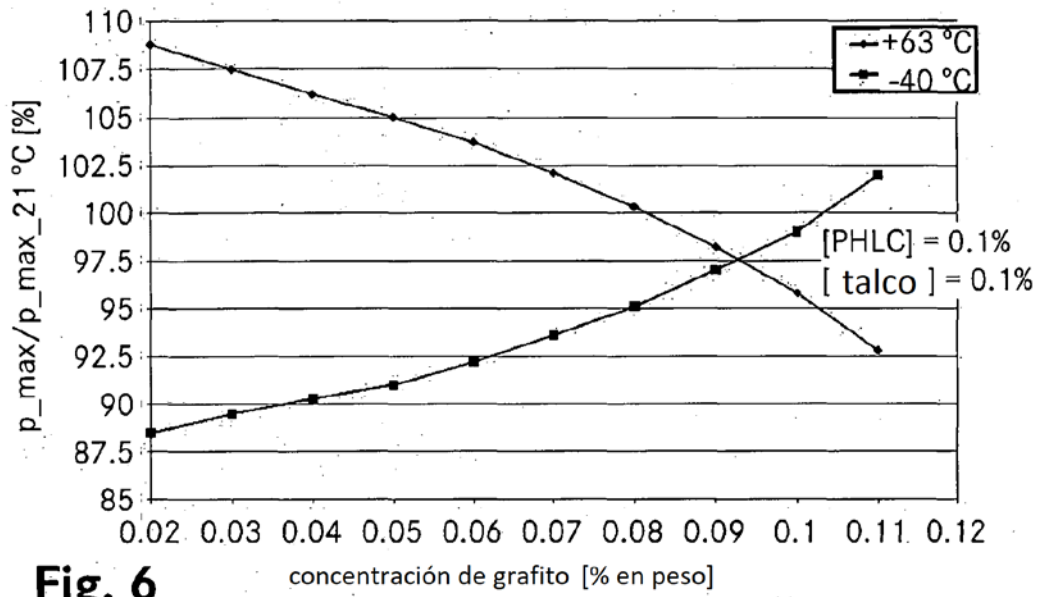


Fig. 5



DBD-E-WS/TLP L 15190 /bloque41 - TV1 - / Prueba11/ Corte

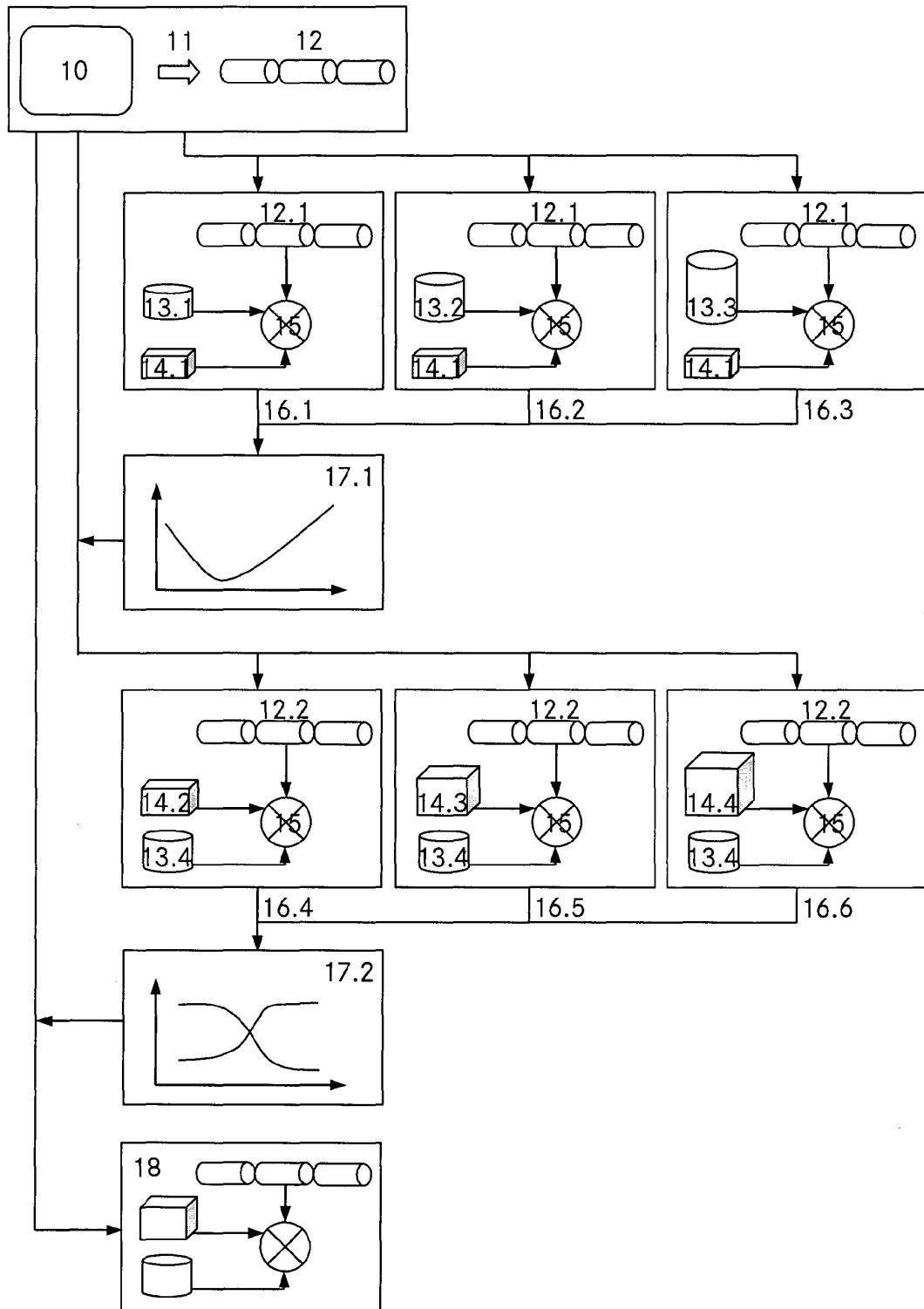


Fig. 8

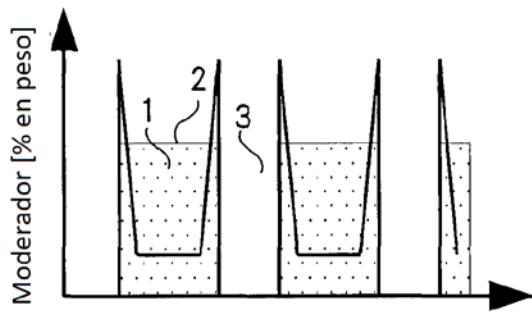


Fig. 9a

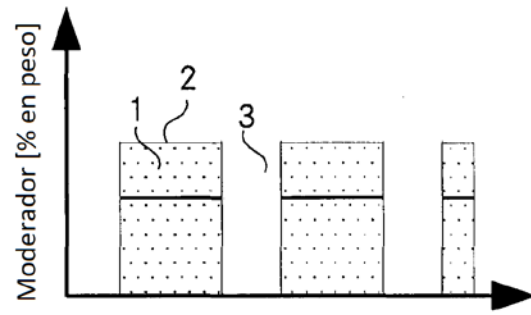


Fig. 9b

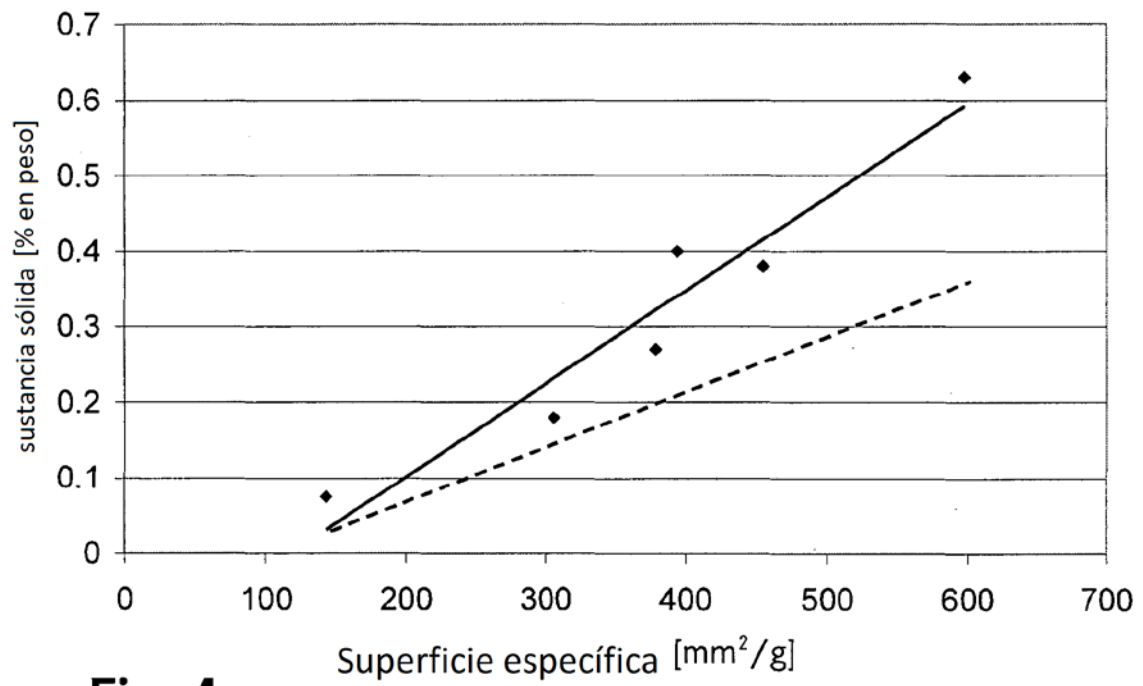


Fig. 4

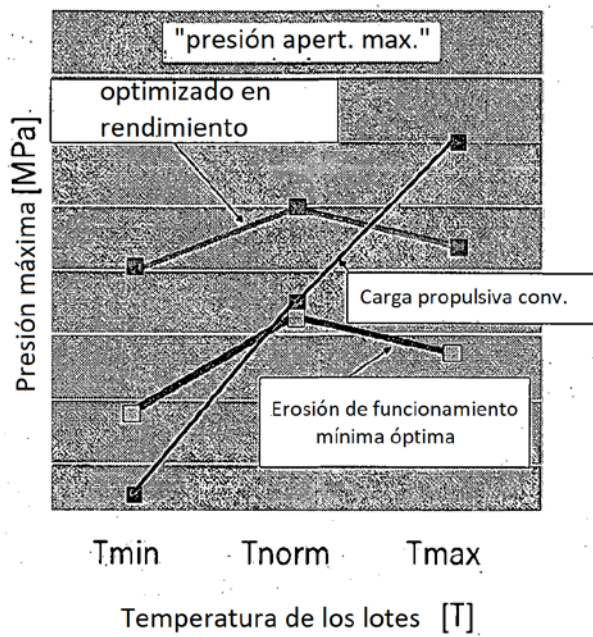


Fig. 10a

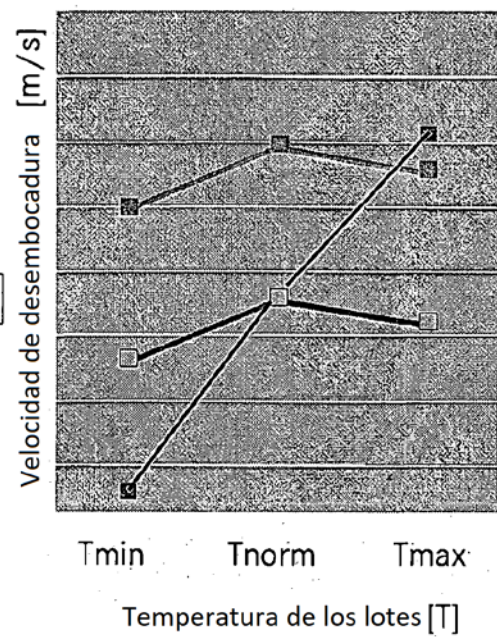


Fig. 10b

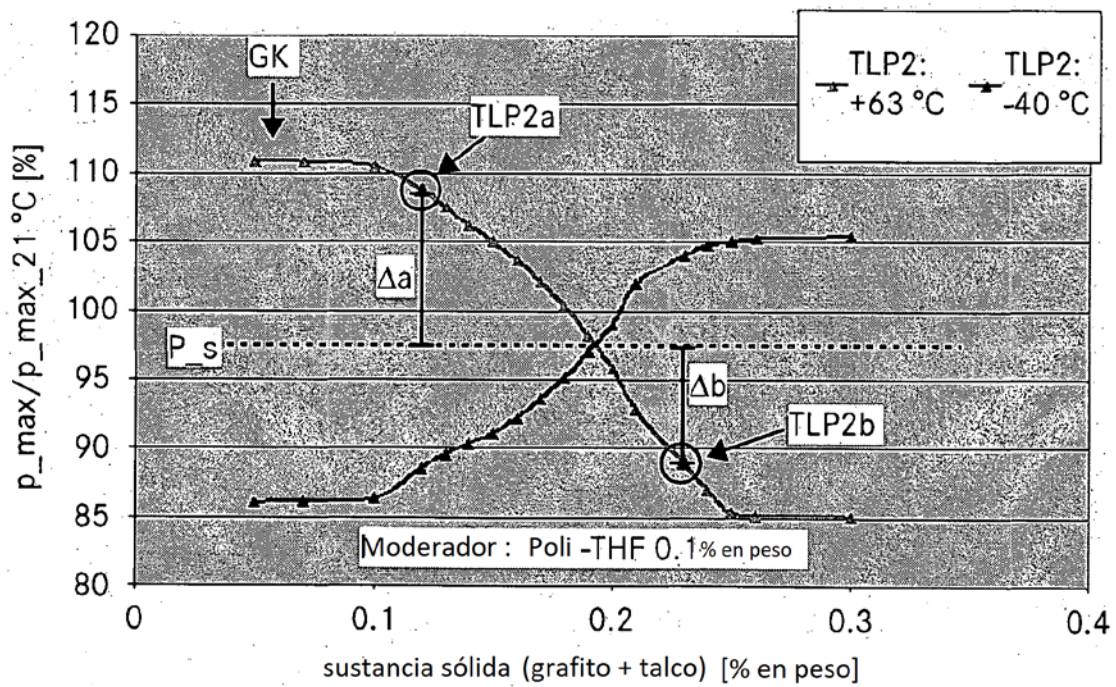


Fig. 11