

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein pyrotechnisches Verzögerungselement für Verzögerungszünder, wenigstens bestehend aus einem Übertragungszündsatz aus Brennstoff- und Sauerstoffträger, einem Verzögerungszündsatz aus Brennstoff, Sauerstoffträger, Bindemittel, Sensibilisator und inertem Additiv sowie einem Zündsatz für die Hauptladung, wobei die Zündsätze hintereinander in einer Hülse angeordnet sind. Im weiteren sind bevorzugte Verwendungen des Verzögerungselementes beansprucht.

Verzögerungszünder und sogenannte Verzögerungssätze sind bekannt (Rudolf Meyer, "Explosivstoffe", Seite 329, 1979, Verlag Chemie). Aus der US-PS 3,981,222 ist ein Verfahren zur Herstellung eines Verzögerungszündsatzes bekannt, mit dem Verzögerungszeiten bis 18 Sekunden pro Zoll der verwendeten Pulvermischung erzielbar sind. Dabei werden an sich bekannte Koruskative in eine aus glasfaserverstärktem Papier aufgebaute Kapsel, welche zur Verlängerung des Brennweges im Innern Schikanen aufweist, eingebracht. Die Baugrösse einer solchen beispielsweise Kapsel beträgt 1 7/16 Zoll in ihrem Durchmesser und weist eine Dicke von 0,2 Zoll auf, sie bewirkt eine Verzögerungszeit von 8 Sekunden. Das Verhältnis Verzögerungszeit zu Baugrösse erlaubt den Einsatz derartiger Kapseln lediglich für grosskalibrige Waffen und Systeme. Die Verwendung von glasfaserverstärktem Papier ist aus Sicherheitsgründen in der Pyrotechnik verpönt (Reibzündung; Beschädigung). Ebenso besteht die Gefahr, dass die Sicherheit beziehungsweise die Reproduzierbarkeit der Verzögerungszeit durch einen diskontinuierlichen Brand zufolge von Wärmestauungen im wärmeisolierenden Glasfaserpapier und durch die eingebauten Schikanen gestört wird.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein pyrotechnisches Verzögerungselement zu schaffen, welches aufgrund seiner Baugrösse auch einen Einsatz in mittelkalibrigen Waffen (ab 20 mm Durchmesser) erlaubt, eine hohe Sicherheit aufweist und, auch in einer Serienfertigung hergestellt, genau reproduzierbare Verzögerungszeiten erzielt. Ausserdem soll die konstruktive Ausbildung derart sein, dass keine teuren und schwierig herzustellenden Schikanen notwendig sind.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, dass die Hülse aus einem metallischen Werkstoff hoher Wärme- und Chemikalienbeständigkeit besteht und dass der Verzögerungszündsatz aus einer Mischung aus einem metallischen Brennstoff, einem halogenhaltigen, polymerisierten Oxydator und einem Metalloccen als Sensibilisator besteht.

Die erfindungsgemässe Lösung erlaubt die Herstellung von Verzögerungselementen in Abmessungen, welche modernen, auf Silberazidbasis funktionierenden Zündkapseln entsprechen. Die eigentlichen Hauptladungen bestehen aus Hochleistungsprengstoffen bekannter Art, wie Nitro-Penta, Tetryl, Hexogen (RDX), Octogen (HMX), Octastit etc.

Das in Anspruch 2 beschriebene Verzögerungselement findet hauptsächlich in Waffensystemen Anwendung, bei denen keine elektrische Energie für die Zündvorrichtung vorgesehen ist.

Das Verzögerungselement ist mit Vorteil mit der Hülse gemäss Anspruch 3 realisiert, da diese neben einer ausgezeichneten Wärmeleitfähigkeit auch ein hohes Mass an Chemikalienbeständigkeit besitzt.

Besonders bewährt haben sich im Verzögerungszündsatz als Sensibilisatoren die im Anspruch 4 aufgeführten Metalloccene.

Als Oxydator haben sich aus einer Reihe halogenhaltiger hochmolekularer Stoffe die handelsüblichen Polytetrafluoräthylene (Teflon, Hostafion; Handelsmarken) oder Polymonochlortrifluoräthylene, gemäss Anspruch 5, als vorteilhaft erwiesen.

Eine gezielte zusätzliche zeitliche Verzögerung des Abbrands des Verzögerungszündsatzes ist durch die Beimengung inerte Additive, entsprechend Anspruch 6, erreichbar.

Als sehr günstig hat sich im Verzögerungszündsatz der Sauerstoffträger Bleichromat, in dem im Anspruch 7 aufgeführter Anteil, erwiesen.

Die Verwendungen des Erfindungsgegenstands gemäss den Ansprüchen 8 und 9 sind durch die in den vorherigen Ansprüchen diskutierten Vorteile möglich geworden.

Die Einleitung physikalischer Vorgänge lässt sich in einfacher Weise durch ein pyrotechnisches Verzögerungselement realisieren, Anspruch 10. Dies ist insbesondere dann günstig, wenn mechanische und/oder elektronische Verzögerungselemente aufgrund hoher Beschleunigungskräfte oder anderer Störgrössen nicht in Frage kommen oder wenn keine entsprechenden Energien zur Verfügung stehen.

Nachfolgend werden anhand von Zeichnungen Ausführungsbeispiele des Erfindungsgegenstands beschrieben.

Es zeigen :

- Fig. 1 ein pyrotechnisches Verzögerungselement, geeignet in Verbindung mit einer elektrisch initiierten Miniaturzündkapsel und
Fig. 2 ein Verzögerungselement mit einem Anfeuerungszündsatz zur Initiierung mittels Schlagbolzen.

Das pyrotechnische Verzögerungselement Fig. 1 besteht aus einer metallischen Hülse 1 aus Leichtmetall, in welche hintereinander ein Übertragungszündsatz 3, ein Verzögerungszündsatz 4 und ein Zündsatz 5 für eine Hauptladung 6 eingebaut sind. Diese Leichtmetallhülse 1 ist in an sich bekannter Weise aus einem kupferlosen Leichtmetall, (Werkstoff DIN 1725 Nr. 3.0615) gefertigt und weist eine Länge von 17 mm und einen Durchmesser von 5 mm auf. Die Wandstärke der Hülse 1 beträgt 0,75 mm; sie weist anfeuerungsseitig eine Bohrung 1a auf, in welche eine handelsübliche Zündkapsel ZK eingesetzt wird. Hauptladungssseitig ist über eine Bohrung 1b eine Abdeckscheibe 7 aus 0,3 mm kupferlosem Aluminium eingelegt, welche nach Ablauf der Verzögerungszeit durch die entstehende Druckwelle durchschlagen wird und die nicht dargestellte Ladung (Sprengstoff bzw. Sprengladung) in bekannter Weise zündet.

Der Übertragungszündsatz 3 besteht aus einer Mischung aus Silizium, Bleichromat, Bleimennige und Nitrocellulose. Das als Brennstoff wirkende Silizium mit einer Korngrösse von 25 µm ist mit einem Gewichtsanteil von 30% im Übertragungszündsatz vorhanden. Bleichromat mit 30 Gew.-%, Bleimennige mit 37 Gew.-%; beide übernehmen die Funktion eines Sauerstoffträgers. Als Bindemittel mit einem Gew.-Anteil von 3% wirkt Nitrocellulose.

Die Herstellung dieses pulverförmigen Zündsatzes erfolgt mit Komponenten handelsüblicher Korngrösse, welche in einer Acetonlösung nass vermischt werden. Mittels Ultraschall wird dieses Gemisch homogenisiert und anschliessend luftgetrocknet und in bekannter Weise granuliert. Besonders bewährt hat sich eine Granulatgrösse von 0,5 bis 0,7 mm bei einer anschliessenden weiteren Trocknung bei 60°C.

Eingebaut in die Hülse 1 wird der Übertragungszündsatz durch Einfüllen mit anschliessendem Verpressen.

Dieser Übertragungszündsatz stellt ein sicheres Anzünden des nachfolgenden Verzögerungszündsatzes sicher. Er entwickelt trotz hoher Reaktionstemperatur nur in geringem Masse Gas, was die übrigen Komponenten vor einem vorzeitigen Anzünden bewahrt.

Ein vorstehend beschriebenes pyrotechnisches Verzögerungselement erzielt reproduzierbare Verzögerungszeiten von 20 Sec.; die Streuung innerhalb einer Serie von 100 Verzögerungselementen beträgt maximal plus/minus 0,9 Sec.

Die Herstellung des Verzögerungszündsatzes 4 erfolgt in analoger Weise wie die nachfolgend beschriebene Herstellung des Anfeuerungszündsatzes 2. Das Resultat ist ein sehr langsam abbrennender Verzögerungszündsatz mit relativ hohen Reaktionstemperaturen von 350-650°C und nur sehr geringer Gasausbeute. Das bevorzugte Ausführungsbeispiel weist als Brennstoff Wolfram, mit 10 Gew.-%, und Bleichromat, als Sauerstoffträger, mit 77 Gew.-% auf. Als Bindemittel dient Nitrocellulose mit einem Anteil von 2 Gew.-%, und im weiteren sind als Sensibilisator Ferrocen mit 1 Gew.-% und Polytetrafluoräthylen, in seiner Funktion als Oxydator, mit 10 Gew.-% vorhanden.

Das Verzögerungselement Fig. 2 weist einen ähnlichen Aufbau auf wie dasjenige in Fig. 1. Hier ist lediglich ein Anfeuerungszündsatz 2 hinzugefügt, welcher durch eine Abdeckscheibe 8 abgeschlossen ist. Anstelle einer Stichflamme wird hier eine Stechnadel, ein Schlagbolzen oder dergleichen zur Einleitung der Zündung in den Anfeuerungssatz 2 hineingeschlagen. Die Abdeckscheibe 8 ist wiederum aus kupferlosem Aluminium gefertigt und weist eine Dicke von 0,1 mm auf.

Es ist dementsprechend die Aufgabe des Anfeuerungszündsatzes 2, die Fortpflanzung der pyrotechnischen Reaktion in der Zündkette bei geringer, zu deren Einleitung notwendiger Energie sicherzustellen. Als optimal erwiesen hat sich eine Pulvermischung aus Antimontrisulfid mit einem Anteil von 40 Gew.-% und Bleirhodanid mit 6 Gew.-% Friktionsmittel und Calciumsulfid mit 8 Gew.-%; es dient als Brennstoff. Im weiteren sind Kaliumchlorat mit einem Anteil von 40 Gew.-%, als Sauerstoffträger, und Tetrazen mit 6 Gew.-%, als Sensibilisator, vorhanden. Das Gemisch dieser pulverförmigen Satzkomponenten in ihren handelsüblichen Korngrössen von etwa 10-200 µm, je nach Komponente, werden in einem an sich bekannten Verfahren, mit taumelnder Mischtrommel (sogenanntes TURBULA-Verfahren) miteinander vermischt und dann das Gemisch dosiert und in den entsprechenden Abmessungen gepresst. Die Hülse 1' weist zur Aufnahme des Schlagbolzens bzw. der Stechnadel eine gegenüber der Fig. 1 kleinere stirnseitige Öffnung auf.

Bewährt haben sich Anfeuerungszündsätze in den folgenden Mischungsverhältnissen:

Antimontrisulfid:	30 bis 50 Gew.-%
Bleirhodanid:	5 bis 15 Gew.-%
Calciumsulfid:	5 bis 10 Gew.-%
Kaliumchlorat:	30 bis 50 Gew.-%
Tetrazen:	2 bis 7 Gew.-%

Bei beiden Verzögerungselementen Fig. 1 und Fig. 2 können Übertragungszündsätze mit folgenden Mischungen zum Einsatz gelangen:

5	Silizium :	10 bis 40 Gew.-%
	Bleichromat :	20 bis 40 Gew.-%
	Bleimennige :	20 bis 50 Gew.-%
	Nitrocellulose :	1 bis 5 Gew.-%

Verzögerungszündsätze mit langer Verzögerungsdauer können folgende Mischungsverhältnisse aufweisen :

10	Wolfram :	5 bis 30 Gew.-%
	Bleichromat :	50 bis 80 Gew.-%
	Nitrocellulose :	1 bis 4 Gew.-%
	Ferrocen :	1 bis 4 Gew.-%
	Polytetrafluoräthylen :	5 bis 20 Gew.-%

Die Abbrandgeschwindigkeit eines Verzögerungszündsatzes kann im weiteren durch inerte Additive wie Glasmehl, Mikrobällons (evakuierte oder mit Luft oder einem inerten Gas gefüllte Glaskügelchen), Bariumsulfat, Metallsalicylate wie Kupfersalicylate und/oder Sandwichmoleküle vorbestimmt werden.

Beim Abbrand des Verzögerungszündsatzes, ebenso wie im durch einen Schlagbolzen initiierten Anfeuerungszündsatz, kommt dem als Sensibilisator wirkenden Metalloccen — trotz seines geringen Mischungsanteils — eine grosse die Funktionssicherheit erhöhende Bedeutung zu. Neben oder anstelle von Ferrocen können erfolgreich folgende Metalloccene zum Einsatz gelangen : Nickelocen, Kobaltocen und Ruthenocen.

Experimentell lassen sich Verzögerungszeiten von 1 bis zirka 30 Sekunden reproduzierbar festlegen.

Patentansprüche

1. Pyrotechnisches Verzögerungselement wenigstens bestehend aus einem Übertragungszündsatz (3) aus Brennstoff und Sauerstoffträger, einen Verzögerungszündsatz (4) aus Brennstoff, Sauerstoffträger, Bindemittel, Sensibilisator und inertem Additiv sowie einem Zündsatz für die Hauptladung (5), wobei die Zündsätze hintereinander in einer Hülse (1) angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Hülse (1) aus einem metallischen Werkstoff hoher Wärme- und Chemikalienbeständigkeit besteht und dass der Verzögerungszündsatz (4) aus einer Mischung aus einem metallischen Brennstoff, einem halogenhaltigen, polymerisierten Oxydator und einem Metalloccen als Sensibilisator besteht. (Fig. 1)

2. Pyrotechnisches Verzögerungselement nach Anspruch 1, mit einem durch einen Schlagbolzen initiierten Anfeuerungszündsatz (2), welcher in der metallischen Hülse (1') angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Anfeuerungszündsatz (2) aus einer Mischung aus einem Initialsprengstoff, einem Brennstoff und einem Metalloccen als Sensibilisator besteht. (Fig. 2)

3. Pyrotechnisches Verzögerungselement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die metallische Hülse (1, 1') aus einem kupferlosen Leichtmetall besteht. (Fig. 1 ; Fig. 2)

4. Pyrotechnisches Verzögerungselement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensibilisator aus Ferrocen und/oder Nickelocen und/oder Kobaltocen und/oder Ruthenocen besteht.

5. Pyrotechnisches Verzögerungselement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Oxydator ein Polytetrafluoräthylen oder ein Polymonochlortrifluoräthylen ist.

6. Pyrotechnisches Verzögerungselement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass dem Verzögerungszündsatz (4) inerte Additive wie Glasmehl, Glaskugeln oder Bariumsulfat zugesetzt sind.

7. Pyrotechnisches Verzögerungselement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass dem Verzögerungszündsatz als Sauerstoffträger Bleichromat mit einem Gewichtsanteil von 50 bis 80% zugesetzt ist.

8. Verwendung eines pyrotechnischen Verzögerungselements zur zeitlichen Steuerung der Selbstzerlegung eines Geschosses und/oder eines Tochtergeschosses.

9. Verwendung eines pyrotechnischen Verzögerungselements zur Einleitung der Zündung einer Sprengladung eines Geschosses am Ende dessen Flugzeit und nach dessen Eindringen in ein Ziel.

10. Verwendung eines pyrotechnischen Verzögerungselements zur Einleitung eines physikalischen Vorgangs mit vorbestimmter Verzögerungszeit.

5	Silizium :	10 bis 40 Gew.-%
	Bleichromat :	20 bis 40 Gew.-%
	Bleimennige :	20 bis 50 Gew.-%
	Nitrocellulose :	1 bis 5 Gew.-%

Verzögerungszündsätze mit langer Verzögerungsdauer können folgende Mischungsverhältnisse aufweisen :

10	Wolfram :	5 bis 30 Gew.-%
	Bleichromat :	50 bis 80 Gew.-%
	Nitrocellulose :	1 bis 4 Gew.-%
	Ferrocen :	1 bis 4 Gew.-%
	Polytetrafluoräthylen :	5 bis 20 Gew.-%

Die Abbrandgeschwindigkeit eines Verzögerungszündsatzes kann im weiteren durch inerte Additive wie Glasmehl, Mikrobällons (evakuierte oder mit Luft oder einem inerten Gas gefüllte Glaskügelchen), Bariumsulfat, Metallsalicylate wie Kupfersalicylate und/oder Sandwichmoleküle vorbestimmt werden.

Beim Abbrand des Verzögerungszündsatzes, ebenso wie im durch einen Schlagbolzen initiierten Anfeuerungszündsatz, kommt dem als Sensibilisator wirkenden Metalloccen — trotz seines geringen Mischungsanteils — eine grosse die Funktionssicherheit erhöhende Bedeutung zu. Neben oder anstelle von Ferrocen können erfolgreich folgende Metalloccene zum Einsatz gelangen : Nickelocccen, Kobaltocccen und Ruthenocccen.

Experimentell lassen sich Verzögerungszeiten von 1 bis zirka 30 Sekunden reproduzierbar festlegen.

Patentansprüche

1. Pyrotechnisches Verzögerungselement wenigstens bestehend aus einem Übertragungszündsatz (3) aus Brennstoff und Sauerstoffträger, einen Verzögerungszündsatz (4) aus Brennstoff, Sauerstoffträger, Bindemittel, Sensibilisator und inertem Additiv sowie einem Zündsatz für die Hauptladung (5), wobei die Zündsätze hintereinander in einer Hülse (1) angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, dass die Hülse (1) aus einem metallischen Werkstoff hoher Wärme- und Chemikalienbeständigkeit besteht und dass der Verzögerungszündsatz (4) aus einer Mischung aus einem metallischen Brennstoff, einem halogenhaltigen, polymerisierten Oxydator und einem Metalloccen als Sensibilisator besteht. (Fig. 1)

2. Pyrotechnisches Verzögerungselement nach Anspruch 1, mit einem durch einen Schlagbolzen initiierten Anfeuerungszündsatz (2), welcher in der metallischen Hülse (1') angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Anfeuerungszündsatz (2) aus einer Mischung aus einem Initialsprengstoff, einem Brennstoff und einem Metalloccen als Sensibilisator besteht. (Fig. 2)

3. Pyrotechnisches Verzögerungselement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die metallische Hülse (1, 1') aus einem kupferlosen Leichtmetall besteht. (Fig. 1 ; Fig. 2)

4. Pyrotechnisches Verzögerungselement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensibilisator aus Ferrocen und/oder Nickelocccen und/oder Kobaltocccen und/oder Ruthenocccen besteht.

5. Pyrotechnisches Verzögerungselement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Oxydator ein Polytetrafluoräthylen oder ein Polymonochlortrifluoräthylen ist.

6. Pyrotechnisches Verzögerungselement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass dem Verzögerungszündsatz (4) inerte Additive wie Glasmehl, Glaskugeln oder Bariumsulfat zugesetzt sind.

7. Pyrotechnisches Verzögerungselement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass dem Verzögerungszündsatz als Sauerstoffträger Bleichromat mit einem Gewichtsanteil von 50 bis 80% zugesetzt ist.

8. Verwendung eines pyrotechnischen Verzögerungselements zur zeitlichen Steuerung der Selbstzerlegung eines Geschosses und/oder eines Tochtergeschosses.

9. Verwendung eines pyrotechnischen Verzögerungselements zur Einleitung der Zündung einer Sprengladung eines Geschosses am Ende dessen Flugzeit und nach dessen Eindringen in ein Ziel.

10. Verwendung eines pyrotechnischen Verzögerungselements zur Einleitung eines physikalischen Vorgangs mit vorbestimmter Verzögerungszeit.



Claims

1. A pyrotechnic delay element at least composed of a transmission fuse composition (3) which is made up of fuel and an oxidising agent, a delay fuse composition (4) which is made up of fuel, an oxidising agent, a binding agent, a sensitizer and an inert additive, and a fuse composition which is for the main charge (5), the fuse compositions being arranged one behind the other in a case (1), characterized in that the case (1) is composed of a metallic material with a high resistance to heat and chemicals and in that the delay fuse composition (4) is composed of a mixture made up of a metallic fuel, a halogen-containing, polymerized oxidizer and a metallocene as a sensitizer. (Fig. 1)
2. A pyrotechnic delay element in accordance with Claim 1, having a priming fuse composition (2) which is initiated by a striking pin and is arranged in the metallic case (1'), characterized in that the priming fuse composition (2) is composed of a mixture made up of an initiating explosive, a fuel and a metallocene as a sensitizer. (Fig. 2)
3. A pyrotechnic delay element in accordance with Claim 1 or Claim 2, characterized in that the metallic case (1, 1') is composed of a copper-free light metal (Fig. 1 ; Fig. 2)
4. A pyrotechnic delay element in accordance with Claim 1 or 2, characterized in that the sensitizer is composed of ferrocene and/or nickelocene and/or cobaltocene and/or ruthenocene
5. A pyrotechnic delay element in accordance with Claim 1, characterized in that the oxidizer is a polytetrafluoroethylene or a polymonochlorotrifluoroethylene.
6. A pyrotechnic delay element in accordance with Claim 1, characterized in that inert additives such as glass powder, glass balls or barium sulphate are added to the delay fuse composition (4).
7. A pyrotechnic delay element in accordance with Claim 1, characterized in that lead chromate with a proportion by weight of 50 to 80% is added to the delay fuse composition as an oxidising agent.
8. An application of a pyrotechnic delay element for the temporal control of the self-disintegration of a projectile and/or a secondary projectile.
9. An application of a pyrotechnic delay element for starting the ignition of an explosive charge of a projectile at the end of the latter's flight time and after the latter has penetrated into a target.
10. An application of a pyrotechnic delay element for starting a physical process with a predetermined delay time.

Revendications

1. Elément à retard pyrotechnique, au moins composé d'une composition de transfert (3) de combustible et de comburant, d'une composition à retard (4) de combustible, de comburant, de liant, de sensibilisant et d'additif inerte, et d'une composition d'allumage pour la charge principale (5), les compositions étant disposées les unes derrière les autres dans une douille (1), caractérisé en ce que la douille (1) se compose d'un matériau métallique, d'une résistance élevée à la chaleur et aux produits chimiques, et en ce que la composition à retard (4) se compose d'un mélange de combustible métallique, d'oxydant halogéné, polymérisé, et de métallocène, comme sensibilisant (figure 1).
2. Elément à retard pyrotechnique suivant la revendication 1, avec une composition de mise à feu (2) par un percuteur, disposée dans la douille métallique (1'), caractérisé en ce que la composition de mise à feu (2) se compose d'un mélange d'explosif d'amorçage, de combustible et de métallocène, comme sensibilisant (figure 2).
3. Elément à retard pyrotechnique suivant l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que la douille métallique (1, 1') se compose d'un métal léger sans cuivre (figures 1, 2).
4. Elément à retard pyrotechnique suivant l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le sensibilisant se compose de ferrocène et/ou nickelocène et/ou cobaltocène et/ou ruthénocène.
5. Elément à retard pyrotechnique suivant la revendication 1, caractérisé en ce que l'oxydant est un polytétrafluoroéthylène ou un polymonochlorotrifluoroéthylène.
6. Elément à retard pyrotechnique suivant la revendication 1, caractérisé en ce que la composition à retard (4) est additionnée d'additifs inertes, tels que verre pulvérisé, billes de verre ou sulfate de baryum.
7. Elément à retard pyrotechnique suivant la revendication 1, caractérisé en ce que du chromate de plomb, en qualité de comburant, est ajouté à la composition à retard, à raison de 50 à 80% poids.
8. Utilisation d'un élément à retard pyrotechnique pour commander dans le temps l'auto-destruction d'un projectile et/ou d'un projectile à répétition.
9. Utilisation d'un élément à retard pyrotechnique pour déclencher l'allumage d'une charge explosive d'un projectile à la fin de son temps de vol, et après sa pénétration dans une cible.



10. Utilisation d'un élément à retard pyrotechnique pour déclencher un processus physique, avec un temps de retard prédéfini.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

