

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication:

**0 053 421
B1**

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication du fascicule du brevet:
29.08.84

(51) Int. Cl.³: **F 41 B 3/04**

(21) Numéro de dépôt: **81201299.5**

(22) Date de dépôt: **24.11.81**

(54) **Projectile pour lanceur centrifuge.**

(30) Priorité: **04.12.80 BE 2058886**

(43) Date de publication de la demande:
09.06.82 Bulletin 82/23

(45) Mention de la délivrance du brevet:
29.08.84 Bulletin 84/35

(84) Etats contractants désignés:
AT CH DE FR GB IT LI LU NL SE

(56) Documents cités:
**BE - A - 886 481
US - A - 2 043 117**

(73) Titulaire: **Rutten, Léon, 29, rue Duvivier, B-4000 Liège (BE)**

(72) Inventeur: **Rutten, Léon, 29, rue Duvivier, B-4000 Liège (BE)**

(74) Mandataire: **Donné, Eddy, M.F.J.Bockstael
Arenbergstraat 13, B-2000 Anvers (BE)**

EP 0 053 421 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

La présente invention concerne un projectile pour lanceur centrifuge.

Des lanceurs centrifuges sont connus depuis plus d'un siècle dans différents domaines: grenail-leuses, sport, jouets, armement.

La présente invention ne concerne que le domaine de l'armement.

5 Dans ce domaine, des vitesses de départ importantes (800 m/sec. et plus) sont actuellement exigées.

Pour atteindre de telles vitesses élevées tout en conservant au lanceur des dimensions relativement compactes, il est nécessaire de soumettre le projectile à l'accélération centrifuge ou radiale et à l'accélération de Coriolis perpendiculaire à la première. La vitesse résultante est donc une composition

10 d'une vitesse radiale et d'une vitesse tangentielle, ces deux vitesses étant perpendiculaires entre elles.

Il s'ensuit que l'on préférera un lanceur à aubage-canon, dont un exemple est décrit dans une autre demande de brevet du Demandeur, déposée simultanément avec la présente.

Une exactitude rigoureuse de la trajectoire de sortie du projectile étant évidemment requise, ceci implique des difficultés considérables au niveau de l'alimentation, qui doit également être rigoureuse

15 et dans l'espace et dans le temps.
Pour cette raison, la grande majorité des solutions proposées à ce jour fait appel à des projectiles sphériques, respectivement des billes.

Or, la combinaison d'une vitesse de rotation et d'une vitesse radiale entraîne une accélération dite de Coriolis.

20 A titre d'exemple, le calcul permet de démontrer que pour une bille en acier de 20 mm de diamètre (acier ayant une contrainte admissible moyenne de 100 kg/mm²), lancée par un aubage-canon de 475 mm de manière à avoir une vitesse d'éjection de 800 m/sec., la force de Coriolis atteint 4400 kg. Le contact de Herz provoquerait dans ces conditions une déformation de la bille par un plat méridien d'une surface de 44 cm². Comme ceci est inadmissible, il est clair qu'il faudrait limiter la vitesse

25 d'éjection bien en dessous de 500 m/sec.
La forme sphérique doit donc être écartée pour un projectile moderne, d'autant plus que l'on voit mal comment on pourrait équiper un projectile de cette forme d'une charge explosive avec fusée d'impact.

30 Le but de l'invention est donc de fournir un projectile le plus proche possible des projectiles pour armes conventionnelles, mais adapté pour être efficacement utilisé dans une machine centrifuge équipée d'un aubage-canon.

Ce but est atteint, conformément à l'invention, par un projectile du type comprenant une tête ogivale, un corps et une queue de section décroissante, caractérisé en ce que ledit corps est cylindrique et que la masse de ladite queue est choisie telle que le centre de gravité du projectile est situé

35 dans la base fictive dudit corps voisine de la queue, respectivement au voisinage immédiat de cette base, tandis que la forme de ladite est choisie de sorte qu'aucun point de la surface de cette dernière ne touche la paroi de l'aubage-canon, particulièrement durant toute l'éjection du projectile.

Le corps cylindrique du projectile selon l'invention est destiné à reprendre la force de Coriolis. Cette dernière est donnée en tout point considéré par:

$$40 \quad F_t = K m \omega^2 r f(\eta)$$

dans laquelle:

45 K est une constante
m est la masse du projectile
 ω la vitesse angulaire du projectile
r le rayon du pont considéré
f(η) est une fonction du coefficient de frottement ω .

50 Pour un projectile de 122 gr, éjecté à 800 m/sec. par un aubage-canon (calibre 20 mm) d'une longueur de 475 mm, avec un $\eta = 0,2$, la force de Coriolis atteint 16427 kg. On voit donc l'intérêt de la forme cylindrique du corps selon l'invention.

La double condition de la position du centre de gravité du projectile et de la forme de la queue évite

55 tout basculement du projectile lors de son éjection.
A remarquer que dans un brevet relativement ancien (US-A-2 043 117) concernant un canon centri-fuge, les dessins représentent des projectiles oblongs, substantiellement en forme de goutte d'eau. Ces projectiles ne comportant pas de corps cylindrique sont donc impropres aux hautes vitesses pour les raisons exposées ci-dessus.

60 Pour plus de clarté, la description sera poursuivie avec référence aux dessins annexés, dans les- quels:

la figure 1 montre un projectile selon l'invention; et

la figure 2 est relative à la forme de la queue du projectile ainsi qu'à l'importance de la position du

centre de gravité.

Le projectile représenté à la figure 1 comporte donc une tête ogivale 1, un corps cylindrique 2 et une queue de section décroissante 3. Ces trois parties comportent des évidements, généralement désignés en 4, destinés à collaborer au positionnement correct du centre de gravité G. Dans cet exemple concret, le projectile, réalisé en acier, a une longueur de 92 mm, un diamètre maximum de 20 mm (corps 2) et un poids de 122 gr.

Pour bien comprendre l'effet de basculement et surtout le couple qui en résulte, la figure 2 donne une bonne représentation du phénomène. Si une erreur δ sur l'emplacement du centre de poussée ou centre de gravité existe, un couple $F_t \cdot \delta$ en résultera de suite. Pour fixer les idées, une erreur $\delta = 0,1$ mm donne un couple (à la sortie du canon) $C = 16400 \cdot 0,1 \cdot 10^{-3} = 1,64$ kgm. Cette dernière valeur, bien qu'élévée, ne donnera que peu d'effet sur l'obus lui-même. Pour chiffrer les valeurs des rotations, un petit calcul s'impose. En effet, en considérant l'obus comme un cylindre (d'acier) équivalent de 80 mm de long, d'un diamètre équivalent de 15,77 mm (ceci pour respecter le poids de 122 gr), on a le moment d'inerte:

$$I = \frac{P}{g} \left(\frac{h^2}{4} + \frac{h^2}{12} \right) = \frac{0,122}{9,81} \left(\frac{7,88 \cdot 10^{-32}}{4} + \frac{80 \cdot 10^{-32}}{12} \right) = 6,8257 \cdot 10^{-6} \text{ kg'msec}^2,$$

$$C = I \frac{d^2 \theta}{dt^2} = I \cdot \theta''.$$

D'où

$$\theta'' = \frac{C}{I} = \frac{1,64}{6,8257 \cdot 10^{-6}} = 240266,8 \text{ rad/sec}^2.$$

Avec $V_R = 800$ m/sec, la sortie de l'obus se fait en 4 degrés environ (pour dégager la queue uniquement). Ceci correspond à un temps calculé ci-après:

$$N = 12433 \text{ tr/min pour la roue}$$

$$t = \frac{60 \cdot 4}{360 \cdot 12443} = 5,357 \cdot 10^{-5} \text{ sec soit } 53,57 \cdot 10^{-6} \text{ sec.}$$

D'où

$$\omega = \theta'' \cdot t = 240266,8 \cdot 53,57 \cdot 10^{-6} = 12,87 \text{ rad/sec.}$$

La rotation qui en résulterait serait de

$$\theta = \frac{\theta'' t^2}{2} = 3,448 \cdot 10^{-4} \text{ rad soit}$$

$$= 0,0197 \text{ degré.}$$

En conclusion, on peut dire que les effets d'une mauvaise position du centre de gravité n'aurait d'influence que pour des δ dépassant 1 mm ($\delta = 2$ mm, $C = 32,8$ kgm, $\theta = 0,395$ degré).

C'est dans ce sens qu'il faut interpréter l'expression «dans le voisinage immédiat» utilisée ci-avant ainsi que dans la revendication principale.

La forme limite de la génératrice de la queue 3 permettant d'éviter tout contact avec l'aubage-canon 5 est définie par une courbe enveloppe calculée dont l'équation, dans le système d'axes de la figure 2, est:

$$x = A \left(\alpha + \frac{1}{2} \sin 2\alpha \right) + B + C \sin \alpha D \cos^2 \alpha$$

$$y = D \left(\frac{1}{2} \sin 2\alpha - \alpha \right) + C \cos \alpha A \sin^2 \alpha.$$

L'angle α , exprimé en radians, est l'angle que doit parcourir la turbine (ou canon) pour éjecter complètement la queue de l'obus, l'origine étant prise au moment où le centre de gravité G de l'obus atteint la section droite d'extrémité du canon (rayon r_2).

$$\left. \begin{aligned} A &= K \sin \mu \\ D &= K \cos \mu \end{aligned} \right\} \text{ avec } K = \frac{30}{\pi} \frac{V_R}{N}$$

B = r_2 ou rayon extrême du canon.

C = $\frac{1}{2}$ calibre ou rayon du calibre.

N en tr/min

5 V est la vitesse tangentielle de l'obus

v est la vitesse d'éjection radiale de l'obus.

V_R est la vitesse résultante du projectile au rayon r_2 .

L'angle μ est l'angle entre la direction de la vitesse résultante V_R et la vitesse tangentielle V.

10 Cet angle dépend du coefficient de frottement entre l'obus et l'alésage du canon.

Cet angle diminue quand le coefficient de frottement augmente. Il est maximum pour un coefficient 0. On a dans ces conditions:

15
$$\mu = \text{artg} \frac{V}{v} = \text{artg} \frac{\omega \sqrt{r_2^2 r_1^2}}{\omega r_2}$$

Dans le cas d'un aubage-canon rectiligne, la valeur maximale de μ est donnée pour $r_1 = 0$, (r_1 = rayon du centre de la section droite la plus centrale) où l'on a

20
$$\mu = \text{arty} l = 45^\circ \text{ d'ou } v = V.$$

A propos des coefficients A et D, il faut noter que pour une machine donnée (r_2 et r_1 étant fixés ainsi que le coefficient de frottement — même si celui-ci est inconnu) $\sin \mu$ est fixé et est une constante or V_R est proportionnelle à N d'ou

25
$$\frac{V_R}{N} \sin \mu \text{ ou } \frac{V_R}{N} \cos \alpha$$

constantes.

Le calcul permet de démontrer que V_R est lié à N par un système d'équation.

30 Dès lors, si A et D constantes pour une machine donnée, la courbe enveloppe exprimée par les équations paramétriques x et y est elle aussi fixée (le calibre étant bien sûr fixé aussi).

Dans ces conditions la courbe enveloppe est dépendante des dimensions r_1 , r_2 de la machine, du calibre et du coefficient de frottement. Ainsi, pour une machine donnée, quelle que soit la vitesse, la courbe enveloppe est fixée.

35 On peut étendre ce qui précède en disant que pour un coefficient de frottement nul la courbe enveloppe trouvée est en plus l'enveloppe de toutes les autres où $\eta \neq 0$.

Si l'on suppose en plus que le rayon r_1 est égal à 0, on obtient dès lors la courbe enveloppe maximum et pour une machine donnée r_2 fixé et calibre fixé la courbe enveloppe sera l'enveloppe de tous les cas possible. Ainsi donc la courbe enveloppe ne dépend plus que de r_2 et du calibre.

40 Dans ces conditions:

$$X = r_2 \left(\sin^2 \alpha + \frac{1}{2} \sin 2\alpha + \alpha \right) + C \sin \alpha.$$

$$Y = r_2 \left(\frac{1}{2} \sin 2\alpha - \alpha \right) + C \cos \alpha.$$

45 α en radian.

Par exemple, pour un rayon donné de 475 mm et un calibre de 20 mm soit $C = 10$ mm, on peut calculer point à point la courbe enveloppe limite. La courbe adoptée en pratique pour des facilités d'usinage peut se situer plus près de l'axe du projectile, mais elle ne pourrait dépasser ladite courbe limite où $f = 0$ et $r_1 = 0$.

50 En pratique, cette dernière condition imposera de rester bien près de cette courbe limite, par exemple en en prenant la corde ou une parallèle à celle-ci. Ceci est d'autant plus vrai dans le cas où la tête 1 doit être équipée d'une fusée et le corps 2 contenir une charge explosive.

55 A remarquer que la valeur maximale de l'angle μ (45° pour $\eta = 0$ et $r_1 = 0$) mentionnée ci-dessus pourrait être dépassée pour des aubages-canon non rectilignes, capables d'augmenter sensiblement la vitesse d'éjection radiale v et, par conséquent, la vitesse résultante V_R de l'obus.

Le lancement du projectile à des vitesses égales ou supérieures à 800 m/sec. pouvant donner lieu à des arrachements visqueux durant la translation dans l'aubage canon ainsi qu'à une plastification superficielle à la sortie de ce dernier, il est conseillé de donner au corps 2 un traitement superficiel appropriée, au cuivre par exemple.

Revendications

1. Projectile pour lanceur centrifuge à aubage-canon (5), du type comprenant une tête ogivale (1), un corps (2) et une queue de section décroissante (3), caractérisé en ce que ledit corps (2) est cylindrique et que la masse de ladite queue (3) est choisie telle que le centre de gravité du projectile est situé dans la base fictive dudit corps (2) voisine de la queue (3), respectivement au voisinage immédiat de cette base, tandis que la forme de ladite queue (3) est choisie de sorte qu'aucun point de la surface de cette dernière ne touche la paroi de l'aubage-canon (5), particulièrement durant toute l'injection du projectile.

5

2. Projectile selon la revendication 1, caractérisé en ce que son centre de gravité ne s'écarte pas à plus de 1 à 1,5 mm dudit plan fictif.

10

3. Projectile selon la revendication 1, caractérisé en ce que la forme limite admissible de la génératrice de la queue (3) — dans un système d'axes cartésien situé dans un plan axial du projectile, où l'axe des x se confond avec l'axe du projectile et l'axe des y est situé à la jonction dudit corps (2) et de ladite queue (3) — est définie par

$$x = A(\alpha + \sin 2\alpha) + B + C \sin \alpha - D \cos^2 \alpha$$

15

où
$$y = D\left(\frac{1}{2} \sin 2\alpha - \alpha\right) + C \cos \alpha - A \sin^2 \alpha$$

$$\left. \begin{aligned} A &= K \sin \mu \\ D &= K \cos \mu \end{aligned} \right\} \text{ avec } K = \frac{30}{\pi} \frac{V_R}{N}$$

20

$$\mu = \operatorname{artg} \frac{v}{V}$$

v = vitesse d'éjection radiale m/sec

V = vitesse tangentielle

25

V_R = vitesse résultante

N en tr/min

B = rayon extrême du canon = r₂

C = $\frac{1}{2}$ calibre ou rayon du calibre

30

4. Projectile selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit corps (2) est pourvu d'un traitement de surface protecteur, par exemple au cuivre.

35

Patentansprüche

1. Geschöß für Zentrifugal-Abschußapparat mit Schaufelsatzlauf (5), vom Typ der einen spitzbogenförmigen Kopf (1), einen Körper (2) und ein schmaler zulaufendes Endstück (3) umfaßt, dadurch gekennzeichnet, daß der genannte Körper (2) zylindrisch und die Masse des genannten Endstückes (3) derweise gewählt ist, daß der Geschößschwerpunkt sich in der fiktiven Basis des genannten Körpers (2) nahe beim Endstück (3), bzw. in der unmittelbaren Nähe dieser Basis liegt, wobei die Form des genannten Endstückes (3) so gewählt ist, daß kein einziger Punkt seiner Oberfläche die Wand des Schaufelsatz-Laufes (5) berührt, besonders während des ganzen Geschößausstoßes.

40

2. Geschöß nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sein Schwerpunkt sich nicht weiter als 1 bis 1,5 mm von der genannten fiktiven Fläche entfernt.

45

3. Geschöß nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die zulässige Grenzform der Mantellinie des Endstückes (3) — in einem Cartesianischen, in einer Axialebene des Geschosses liegendem Achsensystem, worin die Achsline x-x mit der Geschößachsline ineinanderfließt und die Achsline y-y auf der Zusammenfügung des genannten Körpers (2) mit dem genannten Endstück (3) liegt — bestimmt wird durch:

50

$$\begin{aligned} x &= A\left(\alpha + \frac{1}{2} \sin 2\alpha\right) + B + C \sin \alpha - D \cos^2 \alpha \\ y &= D\left(\frac{1}{2} \sin 2\alpha - \alpha\right) + C \cos \alpha - A \sin^2 \alpha \end{aligned}$$

55

worin:

$$\left. \begin{aligned} A &= K \sin \mu \\ D &= K \cos \mu \end{aligned} \right\} \text{ avec } K = \frac{30}{\pi} \frac{V_R}{N}$$

60

$$\mu = \operatorname{artg} \frac{v}{V}$$

v = Radialausstoßgeschwindigkeit m/Sek.

V = Tangentialgeschwindigkeit

65

V_R = resultierende Geschwindigkeit

N in U./Min.

B = äußerster Laufradius = r_2

5 C = $\frac{1}{2}$ Kaliber bzw. Kaliberradius.

4. Geschoß nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der genannte Körper (2) mit einer Oberflächen-Schutzbehandlung, z. B. mit Kupfer, versehen ist.

10 Claims

1. Projectile for centrifugal launcher with paddle set — barrel (5) of the type comprising an ogival head (1), a body (2) and a tail with decreasing section (3), featuring that said body (2) is cylindrical and that the mass of said tail (3) has been chosen so as to locate the projectile's centre of gravity in the fictitious base of said body (2) near the tail (3), respectively, in the immediate proximity of this base, whereas the shape of said tail (3) has been selected so that no point of the tail surface contacts the wall of the paddle set — barrel (5), particularly during the entire ejection of the projectile.

2. Projectile according to claim 1, featuring that its centre of gravity will not deviate more than 1 to 1,5 mm from said fictitious plane.

3. Projectile according to claim 1, featuring that the allowable limiting shape of the tail's (3) generating line in a Cartesian system of axes lying in an axial plane of the projectile, in which the x-x axis converges with the projectile axis and the y-y axis is located at the junction of said body (2) and said tail (3) — is defined by:

$$\begin{aligned} x &= A \left(\alpha - \frac{1}{2} \sin 2\alpha \right) + B + C \sin \alpha - D \cos^2 \alpha \\ y &= D \left(\frac{1}{2} \sin 2\alpha - \alpha \right) + C \cos \alpha - A \sin^2 \alpha \end{aligned}$$

in which:

$$A = K \sin \mu \quad K = \frac{30}{\pi} \frac{V_R}{N}$$

$D = K \cos \mu$

$\mu = \operatorname{artg} \frac{v}{V}$

v = radial ejection speed m/sec

V = tangential speed

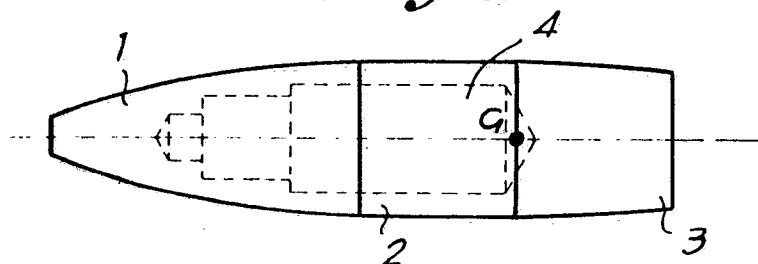
V_R = resultant velocity

N in RPM

B = outermost barrel radius = r_2

C = $\frac{1}{2}$ caliber or caliber radius.

4. Projectile according to claim 1, featuring that said body (2) is provided with a projective surface treatment, e. g. with copper.

Fig. 1*Fig. 2*