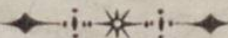


О АРТИЛЛЕРІЙСКИХЪ СНАРЯДАХЪ

ШАПЕЛЯ.

Н. Е. Жуковскаго.

Отдѣльный оттискъ изъ III тома Трудовъ Отдѣленія Физическихъ Наукъ
Императорскаго Общества Любителей Естествознанія.



МОСКВА.

Типографія М. Г. Волчанинова. Бол. Чернышевскій пер., д. Пустошкина.
противъ Англійской церкви.

1890.

Р 133324
Жуковский
О артиллерий-
ских снарядах
1890.

Р 133324
НТБ МГТУ им. Н.Э. Баумана



133324

Жуковский Н.Е. О артиллерийских снарядах Ш



О артиллерійскихъ снарядахъ Шапеля.

Н. Е. Жуковскаго.

ПРОВЕРЕНО

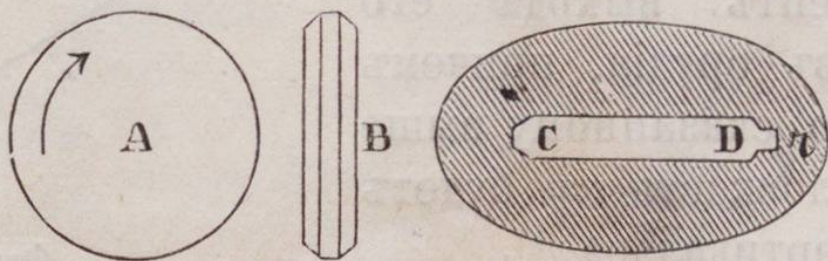
1945 ✓ Провер. 1905 (Сообщено 30-го ноября 1889 г.).

133324

ПРОВЕРЕНО
1952

Въ № 319 «Московскихъ Вѣдомостей» за 1889 годъ помѣщено популярное описаніе дисковыхъ снарядовъ французскаго артиллериста Шапеля. Несмотря на краткость этого описанія, можно составить себѣ представленіе о характерѣ стрѣльбы упомянутыми снарядами и подвергнуть полетъ ихъ теоретическому изслѣдованію.

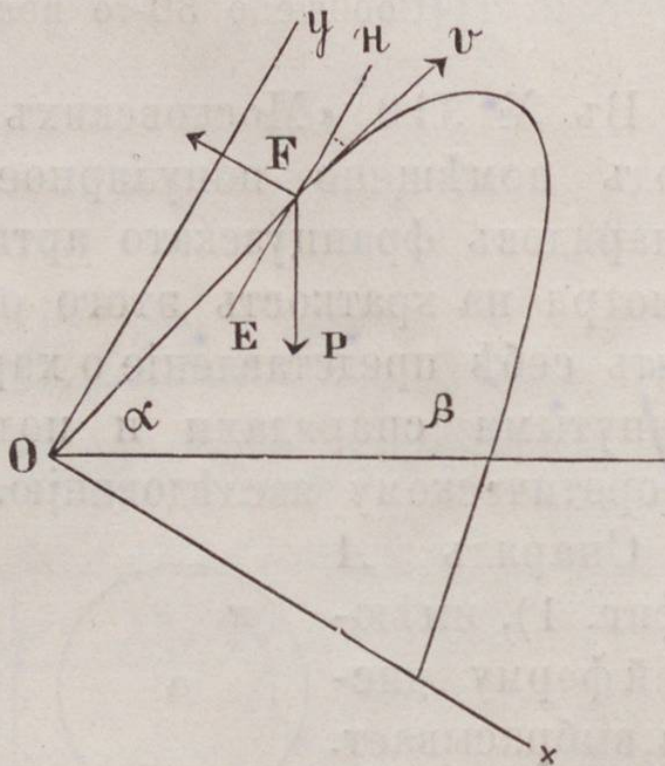
Снарядъ *A* (фиг. 1), имѣющій форму диска, выбрасывается изъ орудія, отверстие *CD*



Фиг. 1.

котораго соотвѣтствуетъ контуру *B* поперечнаго сѣченія диска. При этомъ съ одной стороны *D* внутренняго канала орудія имѣется желобокъ *r*, прорываясь чрезъ который, пороховые газы прижимаютъ снарядъ къ сторонѣ *C* и заставляютъ его катиться по этому краю канала орудія. При выстрѣлѣ орудіе ставится подъ угломъ къ го-

ризонту такъ, чтобы линія CD была горизонтальна. Дискъ вылетаетъ, имѣя начальную скорость центра тяжести въ своей плоскости, и летитъ, сохраняя вслѣдствіе вращенія направленіе своей плоскости. Если принять для рѣшенія задачи о движеніи диска законъ Ньютона о пропорціональности силы сопротивленія среды квадрату скорости и квадрату синуса угла, образуемаго скоростью v центра тяжести диска съ его плоскостью, то рѣшеніе это не представляетъ никакой трудности. Направимъ (фиг. 2) ось Oy по начальной скорости снаряда w , образующей съ горизонтомъ уголъ α , а ось Ox по перпендикуляру, возставленному изъ центра диска къ его плоскости въ моментъ выхода его изъ орудія, причемъ по сказанному выше плоскость xu будетъ вертикальна.



Фиг. 2.

Пусть EN будетъ сѣченіе диска этою плоскостью. Вслѣдствіе сохраненія плоскости диска эта прямая будетъ все время полета оставаться параллельною оси Oy , а сила сопротивленія воздуха F , перпендикулярная плоскости диска, будетъ все время оставаться параллельною оси Ox . По принятому закону эта сила будетъ:

$$F = K\gamma\pi R^2 v^2 \sin^2 \varphi,$$

гдѣ K нѣкоторый коэффициентъ, γ плотность воздуха, R радиусъ диска и φ уголъ скорости v съ плоскостью диска.

Условившись обозначать чрезъ v_x и v_y проэкціи скорости v на оси Ox и Oy , замѣнимъ въ этой формулѣ $v \sin \varphi$ чрезъ v_x и положимъ для сокращенія письма

$$\frac{K\gamma\pi R^2}{Pcs\alpha} = k^2,$$

гдѣ $Pcs\alpha$ проэкція вѣса диска на ось Ox . Тогда сила сопротивленія представится въ видѣ:

$$F = Pcs\alpha k^2 v_x^2$$

Замѣчая, что проэкція вѣса диска на ось Oy будетъ $Psn\alpha$, напишемъ дифференціальныя уравненія движенія центра тяжести диска:

$$\frac{P}{g} \frac{dv_x}{dt} = Pcs\alpha - Pcs\alpha k^2 v_x^2$$

$$\frac{P}{g} \frac{dv_y}{dt} = - Psn\alpha$$

или

$$\frac{dv_x}{dt} = gcs\alpha(1 - k^2 v_x^2),$$

$$\frac{dv_y}{dt} = -gsn\alpha, \quad (1)$$

гдѣ g напряженіе тяжести.

Эти уравненія показываютъ, что по оси Oy дискъ будетъ двигаться какъ тѣло, брошенное снизу вверхъ въ пустотѣ при напряженіи силы тяжести $gsn\alpha$, а по оси Ox онъ будетъ падать, какъ падаютъ тѣла въ сопротивляющей средѣ безъ начальной скорости при напряженіи тяжести $gcs\alpha$. Оба эти движенія хорошо извѣстны.

Интегрируя послѣднее урав. (1), получаемъ:

$$v_y = -gsnat + c.$$

Такъ какъ при $t=0$, $v_y=0$, то $c=w$ и

$$v_y = \frac{dy}{dt} = -gsnat + w$$

Интегрируя во второй разъ, находимъ:

$$y = wt - \frac{gsnat^2}{2} + c_1.$$

Такъ какъ при $t=0$, $y=0$, то $c_1=0$ и

$$y = wt - \frac{gsn\alpha}{2} t^2. \quad (2)$$

Раздѣляемъ въ первомъ уравненіи (1) переменныя и представляемъ его въ такомъ видѣ:

$$gcs\alpha dt = \frac{dv_x}{1-k^2v_x^2} = \frac{1}{2} \left(\frac{dv_x}{1+kv_x} + \frac{dv_x}{1-kv_x} \right).$$

Интегрируемъ:

$$2kgcs\alpha t = \lg \frac{1+kv_x}{1-kv_x} + c_2.$$

Такъ какъ при $t = 0$, $v_x = 0$, то $c_2 = 0$. Сдѣлавъ это положеніе, опредѣляемъ v_x :

$$v_x = \frac{\frac{2kgtcs\alpha}{e - 1} - \frac{-2kgtcs\alpha}{-2kgtcs\alpha}}{k(e + 1) - k(1 + e)} = \frac{1 - e}{k(1 + e)} \quad (3)$$

Если здѣсь положимъ $t = \infty$, то найдемъ:

$$v_x = \frac{1}{k}$$

Это показываетъ намъ, что движеніе по оси Ox стремится къ равномерному движенію со скоростью

$$\frac{1}{k}.$$

Замѣняя v_x на $\frac{dx}{dt}$ и представляя уравненіе (3)

въ видѣ

$$\frac{dx}{dt} = \frac{e^{\frac{kgtcs\alpha}{k(e + e)}} - \frac{-kgtcs\alpha}{-kgtcs\alpha}}{k(e + e)},$$

умножаемъ его на $k^2 gcs\alpha dt$ и интегрируемъ. Получаемъ:

$$k^2 gcs\alpha x = \lg\left(e^{\frac{kgtcs\alpha}{k(e + e)}} - \frac{-kgtcs\alpha}{-kgtcs\alpha}\right) + c_3$$

Такъ какъ при $t = 0$, $x = 0$, то $c_3 = -\lg 2$. Подставляя это значеніе c_3 и опредѣляя x , находимъ:

$$x = \frac{1}{k^2 gcs\alpha} \lg\left(\frac{e^{\frac{kgtcs\alpha}{k(e + e)}} - \frac{-kgtcs\alpha}{-kgtcs\alpha}}{2}\right) \quad (4)$$

Уравненія (2) и (4) вполне рѣшаютъ задачу о движеніи дисковаго снаряда въ сдѣланномъ предположеніи. Для составленія уравненія траекторіи слѣдовало бы изъ этихъ двухъ уравненій исключить t . Но, не дѣлая этого, можно составить себѣ представленіе о томъ видѣ кривой, въ которую переходитъ траекторія, удалившись значительно отъ точки 0.

Движеніе по оси Oy все время есть равномерномедленное, движеніе же по оси Ox стремится, какъ было показано, къ равномерному. Слѣдовательно траекторія на нѣкоторомъ разстояніи отъ точки 0 получаетъ видъ, приближающійся къ виду параболы, имѣющей ось параллельную оси Oy .

Это показываетъ, какъ видно на фиг. 2, что при извѣстномъ углѣ бросанія снаряда α траекторія будетъ пересѣкать горизонтальную плоскость подъ тупымъ угломъ β . Въ этомъ и состоитъ характеристическая особенность дисковыхъ снарядовъ Шапеля.

Эта особенность можетъ быть демонстрирована весьма простымъ опытомъ. Мы вырѣзали изъ картона дискъ, вершковъ 6 въ діаметрѣ, и бросили его подъ угломъ къ горизонту (50° или 60°), держа за край такъ, чтобы онъ закрутился около центра; тогда дискъ описывалъ траекторію, которая рѣзко поворачивала назадъ своею нисходящею вѣтвью.

Напомнимъ здѣсь, что опыты съ дисковыми снарядами еще въ 1875 году производились въ русской артиллеріи капитаномъ Андреяновымъ, но, къ сожалѣнію, были оставлены безъ примѣненія.
