

ЭФФЕКТЫ РАЗУПРОЧНЕНИЯ И ЛЕГКОГО ПРОБИТИЯ ПРЕПЯТСТВИЯ БЫСТРО ДВИЖУЩИМСЯ ОБЪЕКТОМ ПОД ВЛИЯНИЕМ УПРЕЖДАЮЩЕГО ЭЛЕКТРОННОГО ВПРЫСКА И ДЕЙСТВИЯ СИЛЬНО ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНОГО ВЕЩЕСТВА

Троицкий О.А., Зайцев С.В., Муминов Р. Р.

*Институт машиноведения им А.А.Благонравова
 Научно-исследовательский институт ядерной физики МГУ;
otroitsky@rambler.ru*

При ударе высокоскоростного объекта о преграду электронная подсистема двигается по инерции вперед, в результате чего происходит разделение зарядов (см. рис.1).

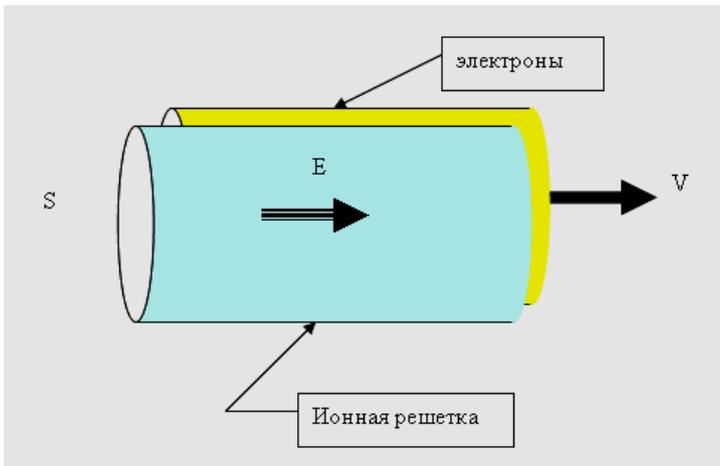


Рис.1. При ударе металлического цилиндра о преграду свободные электроны начинают колебаться относительно ионного остова.

двигаются по инерции вперед, в результате чего происходит разделение зарядов. Кроме того, на электроны действуют «силы трения» вследствие наличия электросопротивления. Падение напряжения на длине цилиндра будет:

$$(dQ/dt)(\rho h/S) = hE_2,$$

где E_2 – напряженность «поля трения».

Ток в цилиндре будет:

$$I = dQ/dt = neuS,$$

где u – скорость электронов, F/m – ускорение электронов.

$$u = v_0 - \int_0^t (F/m) dt = v_0 - \frac{e}{mS\epsilon_0} \int_0^t Q dt - \frac{e\rho}{mS} Q, \quad dQ/dt = neS[v_0 - \frac{e}{mS\epsilon_0} \int_0^t Q dt - \frac{e\rho}{mS} Q].$$

Отсюда получаем после дифференцирования:

$$\frac{d^2Q}{dt^2} = -\frac{ne^2}{m\epsilon_0} Q - \frac{ne^2\rho}{m} \frac{dQ}{dt},$$

Решив это дифференциальное уравнение при учете начальных условий ($Q = 0$ при $t = 0$), получим зависимость тока от времени.

Можно ожидать, что подсистема свободных электронов будет совершать в момент удара быстрые затухающие осцилляции с частотой порядка 10^{13} – 10^{15} Гц и, соответственно, эффективно излучать электромагнитные волны. Плотность тока в амплитуде может достигать $\sim 10^{12}$ А/м². Этого обычно вполне достаточно для проявления электропластического эффекта [1–6]. Косвенным подтверждением правильности вышеизложенной теории являются испытания бронебойных пуль с электрондебетными (т. е. с «избытком» свободных электронов) вставками в головной части. Испытания проводи-

лись в рамках госбюджетной НИР на одном из полигонов отрасли обычных вооружений. Испытания проводились по стандартной методике с целью определения дальности 80% пробития типовой преграды опытными пулями с различными электрондебетными вставками (табл. 1) в сравнении с пулями серийных патронов. При этом для вариантов опытных и серийных патронов была подобрана масса порохового заряда, обеспечивающая одинаковую скорость пуль 829 м/с. Стрельба велась из автомата АК74. В начале испытаний была определена дальность 80% пробития $D_{80} = 390$ м для серийных патронов. Для испытаний опытных патронов дальность до преграды увеличили на 20% (470 м), а затем на 30% (510 м). По результатам стрельб на дальность 470 м были продолжены испытания вариантов №4, №5 и, факультативно, №3 опытных патронов (табл. 2).

Таблица 1 . Краткие сведения о поступивших на испытания патронах

Вариант патрона	Электрондебетная вставка	Масса вставки, г	Масса порохового заряда, г
1	Порошок на основе Nd-Fe-B немагнитный	0,056	1,38
2	Порошок на основе Nd-Fe-B намагнитный	0,056	1,38
3	Порошок на основе Та и Ti	0,044	1,38
4	Порошок сплава Вуда	0,160	1,39
5	Порошок сплава Розе	0,156	1,39
серийный	—	—	1,37

Таблица 2. Пробивное действие пуль серийных и опытных патронов

Дальность фактическая, м	Патрон	Вариант	Число зачетных выстрелов	Число пробитий	Процент пробитий, %
380	серийный	—	10	10	100
389 (D_{80})	серийный	—	10	8	80
470 ($1,2D_{80}$)	опытный	1	10	6	60
	опытный	2	10	4	40
	опытный	3	10	7	70
	опытный	4	10	8	80
	опытный	5	10	10	100
510 ($1,3D_{80}$)	опытный	3	7	2	30
	опытный	4	10	3	30
	опытный	5	10	6	60
	серийный	—	9	0	0

В объеме проведенных испытаний получены следующие результаты:

1) на дальности 470 м пули опытных 5,45-мм патронов при стрельбе из АК74 показали пробиваемость: вариант №1 — 60%, вариант №2 - 40%, вариант №3 - 70%, вариант №4 - 80%, вариант №5 - 100%;

2) на дальности 510 м пули опытных 5,45-мм патронов при стрельбе из АК74М показали пробиваемость: вариант №4 — 30%, вариант №5 — 60%, пробиваемость пулями серийных патронов на той же дальности — 0%.

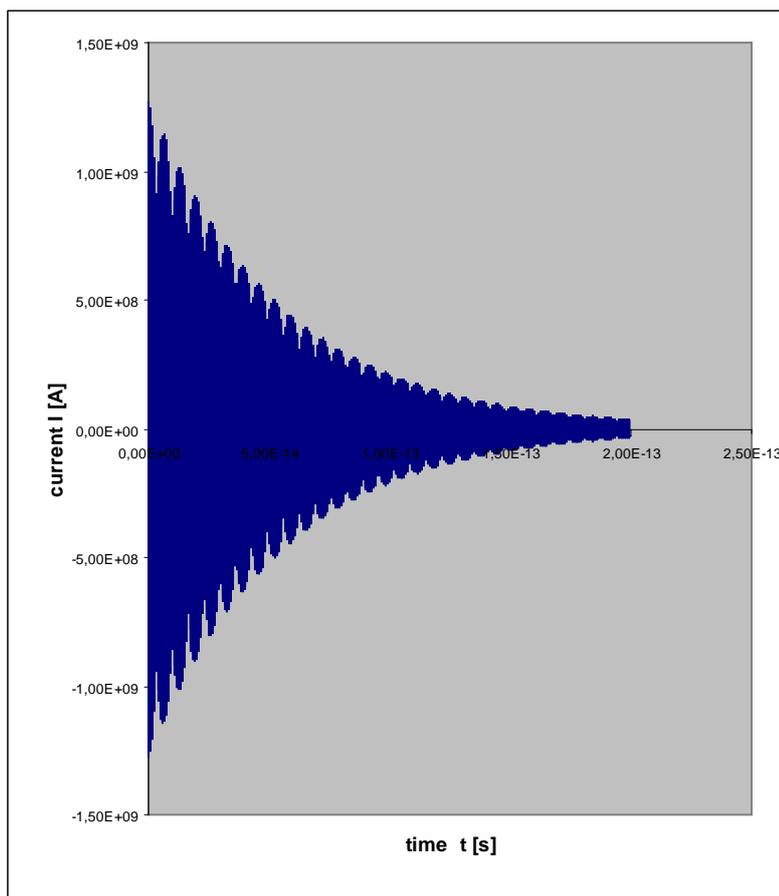


Рис. 2. Зависимость тока от времени

Таким образом, пули с электрондебетными вставками в головной части, обладающие свойствами упреждающего электронного впрыска, в присутствии сильной поверхностно-активной среды показали большую пробивную способность, чем обычные пули.

Список литературы

1. О.А. Троицкий, Электромеханический эффект в металлах, Письма в ЖЭТФ, 10, 18-22(1969).
2. К. Okazaki, М. Kagawa, Н. Conrad, Электромеханический эффект в металлах. Ser. Met., 12, 1063 (1978)
3. К. Okazaki, М. Kagawa, Н. Conrad, Ser. Met., 13, 277 (1979)
4. К. Okazaki, М. Kagawa, Н. Conrad, Ser. Met., 13, 473 (1979)
5. Ю.В. Баранов, О.А.Троицкий, Ю.С. Аврамов и А.Д. Шляпин, Физические основы электроимпульсной и электропластической обработок и новые материалы, М., Монография, Изд-во МГИУ, 843
6. О.А.Троицкий, Ю.В.Баранов, Ю.С.Авраамов и А.Д.Шляпин, Физические основы и технологии обработки современных материалов (теория, технологии, структура и свойства), Монография, Изд-во РХД, АНО ИКИ, г Ижевск, т. I 590 стр, т. II 467 стр, ISBN 5-939-335-7.