

УДК 532.2

## СОГЛАСОВАНИЕ РАБОТЫ СТУПЕНЕЙ СОСТАВНОГО КУМУЛЯТИВНОГО ЗАРЯДА “ДОННО-ГОЛОВНОГО” ТИПА

А. В. Малыгин, Е. В. Проскуряков, М. В. Сорокин

Новосибирское высшее военное командное училище (Военный институт),  
630117 Новосибирск  
E-mail: mv\_sorokin@ngs.ru

Рассмотрен составной кумулятивный заряд “донно-головного” типа, в котором первым срабатывает дальний от преграды кумулятивный заряд, размещенный в донной части снаряда, и создает пробойную в преграде. Через определенное время, необходимое для срабатывания первого кумулятивного заряда, инициируется второй кумулятивный заряд, размещенный в головной части снаряда, который повторно воздействует на преграду (углубляет пробойную).

Ключевые слова: кумулятивный заряд, кумулятивная струя, взрывчатое вещество.

Составной кумулятивный заряд (СКЗ) состоит из двух последовательно срабатывающих кумулятивных зарядов (КЗ). Существует две схемы размещения зарядов в СКЗ. Наиболее распространена схема СКЗ “головодонного” типа, в соответствии с которой первым срабатывает ближний к преграде заряд (КЗ первой ступени), размещенный в головной части снаряда; затем через определенное время (время задержки), необходимое для срабатывания первого КЗ, инициируется второй КЗ, размещенный в донной части снаряда (КЗ второй ступени). Для инициирования второго КЗ возможно применение типовых взрывных устройств (В-15, ГПВ-2 и др.). В соответствии со схемой составного заряда “донно-головного” типа первым срабатывает дальний от преграды КЗ, размещенный в донной части снаряда. Кумулятивная струя (КС) первого КЗ проходит через осевой канал второго КЗ, размещенного в головной части снаряда, и создает пробойную в преграде. Через определенное время, необходимое для срабатывания первого КЗ, инициируется второй КЗ, который повторно воздействует на преграду (углубляет пробойную).

Преимуществами схемы СКЗ “донно-головного” типа по сравнению со схемой СКЗ “головодонного” типа [1] являются отсутствие песта и низкоскоростных частей КС первого КЗ на пути второго КЗ и принципиальная возможность суммирования глубин пробития преграды зарядами. Недостатками этой схемы являются сложность кольцевого инициирования второго КЗ, наличие в нем осевого канала, необходимость отсечки низкоскоростных частей КС и песта первого КЗ, уменьшение фокусного расстояния для второго КЗ при высокой скорости удара снаряда о преграду и др.

Схема СКЗ “донно-головного” типа показана на рис. 1. Отсекатель выполнен в форме КЗ обратного действия. Инициирование второго заряда осуществляется с помощью

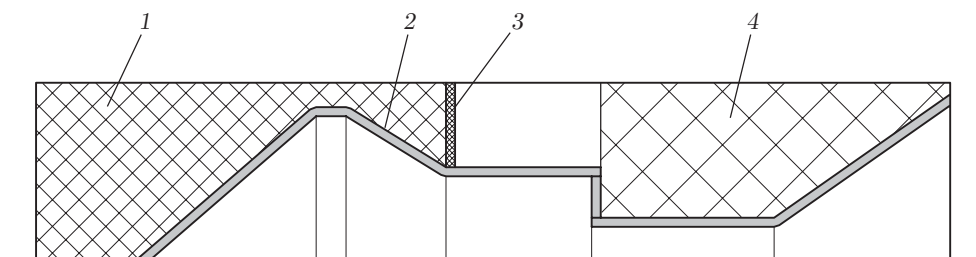
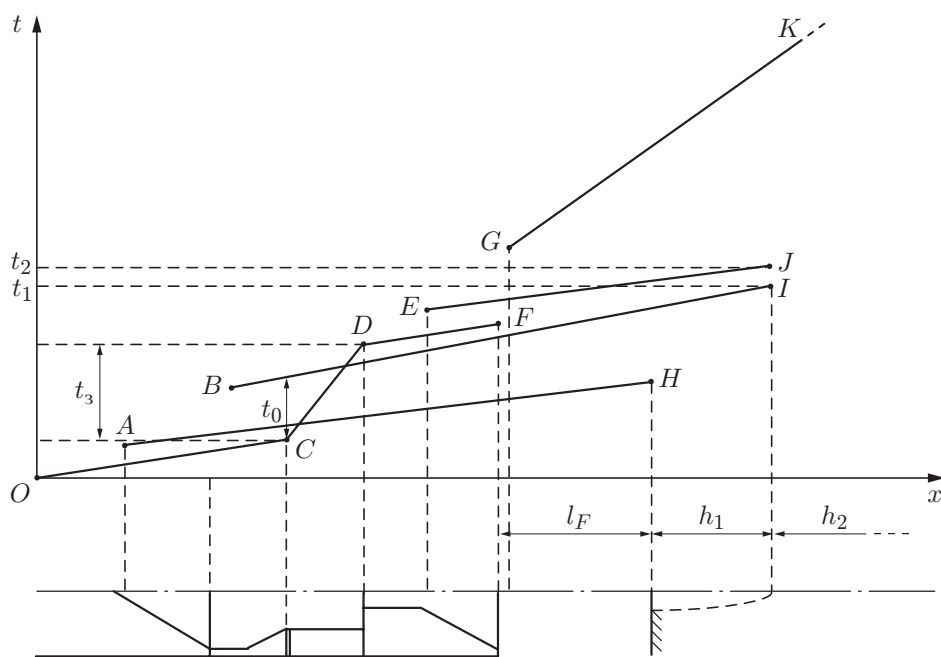


Рис. 1. Схема СКЗ “донно-головного” типа:

1 — КЗ первой (донной) ступени; 2 — заряд отсекаателя; 3 — метаемая (иницирующая) пластина; 4 — КЗ второй (головной) ступени

Рис. 2.  $(x-t)$ -диаграмма функционирования СКЗ:

$OC$  — движение детонационной волны заряда взрывчатого вещества (ВВ) первой ступени и отсекаателя;  $AH$  — движение головной части КС первой ступени;  $BI$  — движение хвостовой части КС первой ступени;  $CD$  — движение инициирующей пластины;  $DF$  — движение детонационной волны заряда ВВ второй ступени;  $EJ$  — движение головной части КС второй ступени;  $GK$  — движение хвостовой части КС второй ступени;  $l_F$  — расстояние от СКЗ до преграды;  $h_1$  — глубина пробития преграды первой ступенью СКЗ;  $h_2$  — глубина пробития преграды второй ступенью СКЗ;  $t_3$  — время задержки между моментами времени срабатывания ступеней;  $t_0$  — время схлопывания отсекаателя;  $t_1$  — момент окончания работы первой ступени;  $t_2$  — момент начала работы второй ступени

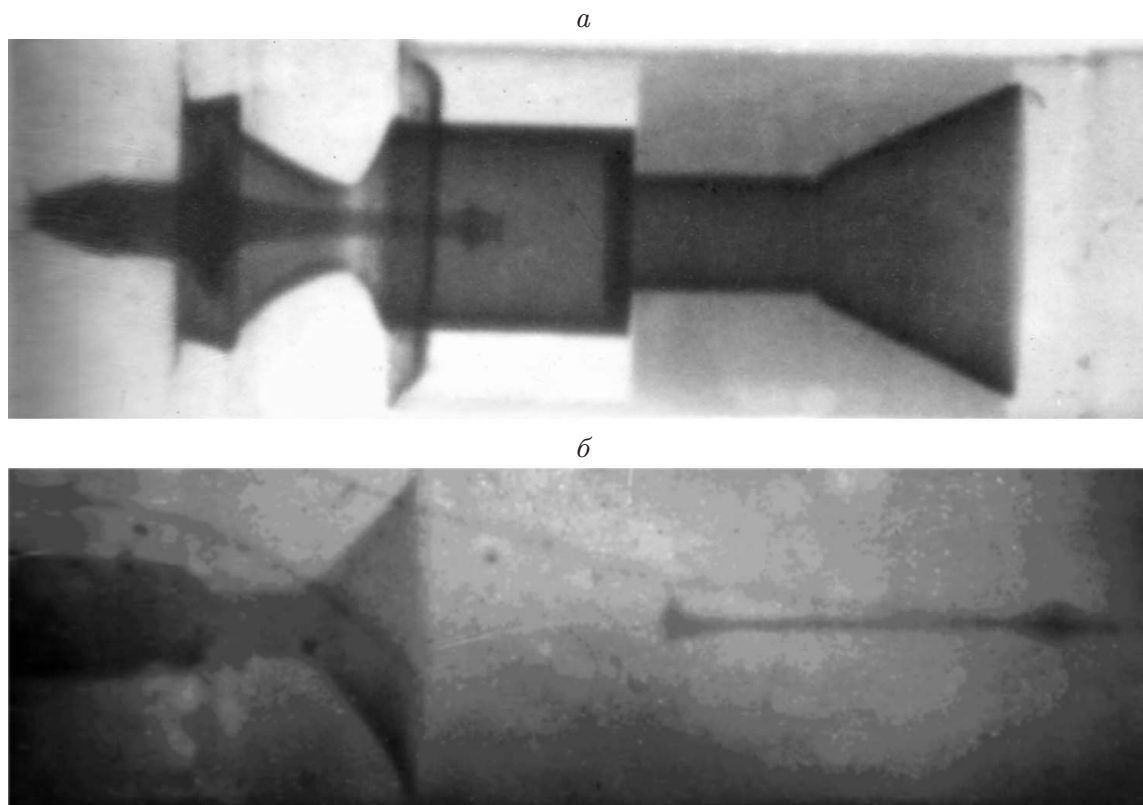


Рис. 3. Рентгенограммы функционирования СКЗ:

*a* — в момент срабатывания отсекаателя; *b* — в момент срабатывания второго заряда

металлической пластины, метаемой зарядом отсекаателя. Скорость стальной пластины составляет  $2 \div 3$  км/с. Во втором КЗ имеется осевой канал, по которому проходит КС первого КЗ. На рис. 2 представлена  $(x-t)$ -диаграмма функционирования СКЗ ( $x$  — осевая координата СКЗ;  $t$  — время). Для согласования действия ступеней СКЗ необходимо, чтобы момент начала работы второй ступени  $t_2$  наступал после момента окончания работы первой ступени  $t_1$ .

Рентгенограммы функционирования СКЗ “донно-головного” типа представлены на рис. 3. Эксперименты проводились на модельных СКЗ диаметром (калибром)  $d = 40$  мм. Заряды взрывчатого вещества (ВВ) изготавливались из состава ТГ 40:60. Для обеих ступеней СКЗ использовались медные облицовки с углом раствора, равным  $50^\circ$ . При функционировании СКЗ достигнуто согласование действия ступеней за счет отсекаания низкоскоростных частей КС первой ступени и задержки детонации ступеней с помощью кольцевой пластины.

Рассмотрен снаряд калибром  $d = 56$  мм. Для первого КЗ использовалась алюминиевая облицовка с углом раствора, равным  $21^\circ$ ; толщина облицовки составляла  $0,05d$ , расчетная скорость головной части КС  $V \approx 12$  км/с [2]. В отсекаателе имелась стальная облицовка с углом раствора, равным  $45^\circ$ . Параметр  $a$  (ширина слоя ВВ отсекаателя и пластины) изменялся в диапазоне от  $0,18d$  до  $0,30d$ . Пластина-замедлитель изготавливалась из листа стали толщиной  $0,04d$ . Во втором КЗ размещалась медная облицовка с углом раствора, равным  $50^\circ$ , и имелся осевой канал диаметром  $0,2d$ , по которому проходила КС [3]. Расстояние от СКЗ до преграды  $l_F = 2d$ , в качестве преграды использовалась броневая сталь средней твердости.

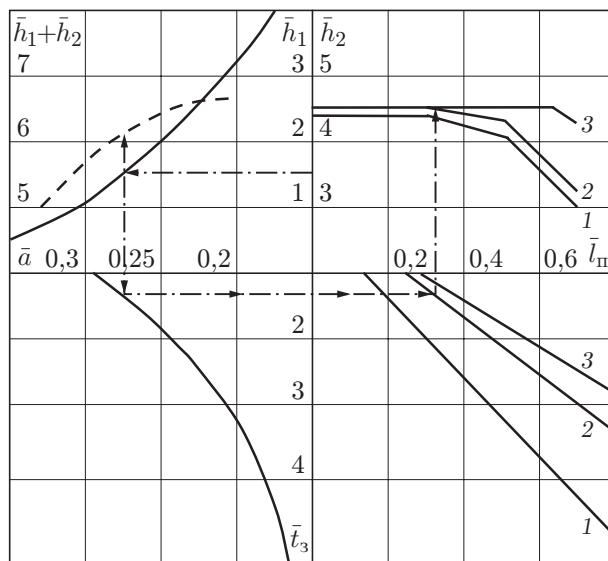


Рис. 4. Номограмма функционирования СКЗ:  
1 —  $\bar{a} = 0,18$ ; 2 —  $\bar{a} = 0,25$ ; 3 —  $\bar{a} = 0,30$

Результаты экспериментов и расчетов [2, 4] приведены на рис. 4. В левом верхнем углу номограммы представлена зависимость глубины пробития первого КЗ  $\bar{h}_1 = h_1/d$  от размера отсекаателя  $\bar{a} = a/d$  [2].

В левом нижнем углу номограммы приведены расчетные зависимости времени задержки  $\bar{t}_3 = t_3V/d$  от размера отсекаателя  $\bar{a}$ . При уменьшении размера  $\bar{a}$  скорость хвостовой части струи первого КЗ уменьшается, вследствие чего время задержки  $\bar{t}_3$  увеличивается.

В правом верхнем углу номограммы показана экспериментальная зависимость [4] глубины пробития преграды  $\bar{h}_2 = h_2/d$  вторым КЗ от расстояния  $\bar{l}_п = l_п/d$ , на которое перемещается пластина.

В правом нижнем углу номограммы представлена линейная зависимость расстояния  $\bar{l}_п$ , на которое перемещается пластина, от времени ее перемещения  $\bar{t}_п = t_пV/d$ . Для согласования работы ступеней время движения пластины  $t_п$  должно совпадать с временем задержки  $t_3$ . Зависимость суммарной глубины пробития преграды зарядами  $\bar{h}_1 + \bar{h}_2$  от параметра  $\bar{a}$  показана штриховой линией в левом верхнем углу номограммы.

Ниже приведены примеры расчета параметров СКЗ. При  $a = 0,27d$  глубина пробития преграды первым зарядом составляет  $h_1 = 1,5d$ . Для согласования действия зарядов необходимо, чтобы пластина переместилась на расстояние  $l_п = 0,35d$ . Глубина пробития преграды вторым зарядом составляет  $h_2 = 4,5d$ . Таким образом, суммарная глубина пробития равна  $h_1 + h_2 = 6,0d$ .

При уменьшении размера отсекаателя до значения  $a = 0,25d$  глубина пробития преграды первым зарядом увеличивается до значения  $h_1 = 2,0d$ . Согласование действия зарядов достигается при перемещении пластины на расстояние  $l_п = 0,5d$ , при этом глубина пробития преграды вторым зарядом равна  $h_2 = 4,3d$ , суммарная глубина пробития СКЗ составляет  $h_1 + h_2 = 6,3d$ .

В результате проведенных экспериментов получены данные о функционировании СКЗ “донно-головного” типа. Разработана инженерная методика, позволяющая оценить глубину пробития СКЗ.

Авторы выражают благодарность В. М. Фомину за помощь при выполнении данной работы.

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Бабкин А. В.** Средства поражения и боеприпасы: Учеб. / А. В. Бабкин, В. А. Велданов, Е. Ф. Грязнов и др.; Под общ. ред. В. В. Селиванова. М.: Моск. гос. техн. ун-т, 2008.
2. **Малыгин А. В., Сорокин М. В., Фомин В. М., Юрченко В. В.** Отсекание кумулятивной струи // ПМТФ. 2009. Т. 50, № 5. С. 218–221.
3. **Проскуряков Е. В., Сорокин М. В., Фомин В. М.** Взаимодействие кумулятивной струи с преградой, имеющей осевое отверстие // ПМТФ. 2008. Т. 49, № 6. С. 13–16.
4. **Малыгин А. В., Проскуряков Е. В., Сорокин М. В., Фомин В. М.** Кумулятивный заряд с осевым каналом // ПМТФ. 2011. Т. 52, № 3. С. 24–29.

*Поступила в редакцию 16/II 2011 г.*

---