

СРОЧНОЕ СООБЩЕНИЕ

УДК 532.52:533.95

О ВЛИЯНИИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ, СОЗДАВАЕМОГО
В ОБЛИЦОВКЕ КУМУЛЯТИВНОГО ЗАРЯДА,
НА ЕГО ПРОБИВНОЕ ДЕЙСТВИЕ

С. В. Федоров, А. В. Бабкин, С. В. Ладов

Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана, 107005 Москва

Экспериментально установлено, что создание аксиального магнитного поля в металлической облицовке кумулятивного заряда непосредственно перед его подрывом может приводить к резкому снижению пробивного действия. Обсуждаются возможные причины обнаруженного эффекта.

Кумулятивный эффект, реализующийся при взрыве осесимметричного заряда взрывчатого вещества (ВВ) с выемкой, облицованной тонкой металлической оболочкой, приводит к формированию высокоскоростных струй, обладающих значительной пробивной способностью [1]. При предварительном создании в металлической облицовке аксиального магнитного поля подрыв кумулятивного заряда (КЗ) и обжатие облицовки должны дополнительно сопровождаться магнитной кумуляцией, заключающейся в росте интенсивности сжимаемого облицовкой поля [2]. Следствием магнитной кумуляции может быть проявление мощных термических и механических эффектов, способных влиять на характер функционирования КЗ.

В экспериментах по исследованию влияния магнитного поля, предварительно создаваемого в КЗ (рис. 1), использовался заряд диаметром 50 мм, имеющий медную коническую облицовку с углом раствора 50° . Для создания поля применялись однослойные многovitковые катушки длиной 50 мм с внутренним диаметром намотки, несколько большим диаметра КЗ. Катушка располагалась так, чтобы охватить нижнюю часть КЗ на уровне кумулятивной выемки. Источником электрической энергии служила конденсаторная батарея, разряд которой через катушку происходил при срабатывании взрывного коммутатора.

КЗ подрывали через некоторое время после срабатывания коммутатора, необходимое для нарастания тока в разрядной цепи и диффузии создаваемого им магнитного поля в облицовку. Характерное время задержки (≈ 300 мкс) определялось из предварительно

проведенных опытов по генерации магнитного поля в облицовке инертного имитатора КЗ. В этих опытах с помощью индукционного датчика фиксировалось изменение индукции магнитного поля в полости облицовки при одновременном измерении поясом Роговского силы тока в разрядной цепи. Во взрывных экспериментах измерялась только сила тока в цепи, а магнитная индукция в облицовке в момент подрыва рассчитывалась по предварительно установленной взаимосвязи между разрядным током и интенсивностью магнитного поля. На рис. 2 приведены характерные экспериментальные кривые изменения силы разрядного тока и индукции магнитного поля в облицовке.

Во взрывных экспериментах расстояние от КЗ до стальной преграды составляло 200 мм. На данном расстоянии используемый КЗ в отсутствие каких-либо воздействий имеет сред-

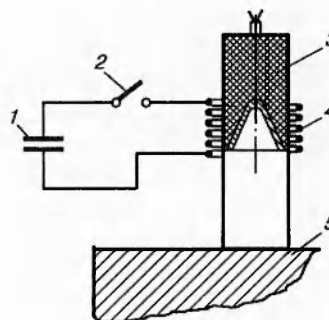


Рис. 1. Схема эксперимента:

1 — конденсаторная батарея, 2 — взрывной коммутатор, 3 — кумулятивный заряд, 4 — катушка для создания магнитного поля в облицовке, 5 — стальная преграда

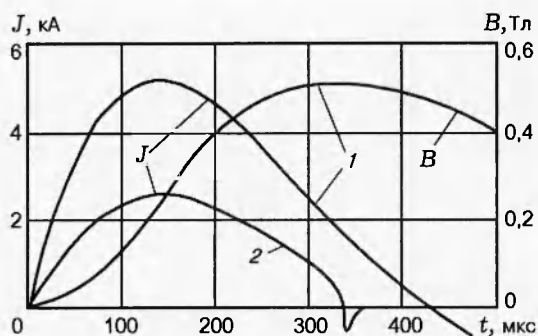


Рис. 2. Экспериментальные кривые изменения силы разрядного тока (J) и индукции магнитного поля в облицовке (B):

1 — для инертного имитатора кумулятивного заряда, 2 — для взрывного эксперимента № 4 (см. таблицу)

нюю глубину пробития $L_0 = 250$ мм. Как видно из таблицы, где представлены результаты экспериментов, создание магнитного поля в облицовке приводит к резкому снижению пробивного действия.

При $B > 2$ Тл пробитие вообще отсутствовало, а на поверхности преграды наблюдались лишь многочисленные небольшие кратеры размером $L \leq 5$ мм и следы омеднения непосредственно под местом расположения КЗ, что свидетельствует о диспергировании либо кумулятивной струи, либо схлопывающейся облицовки.

Окончательная ясность в вопросе о причинах обнаруженного эффекта пока что отсутствует. Наряду с отмечавшимся выше и представляющимся наиболее вероятным предположением о проявлении факторов, связанных с компрессией магнитного поля в области струеобразования, необходимо также учитывать (не исключавшуюся в проведенных экспериментах) возможность смещения облицовки с отделением ее от заряда ВВ за счет действия на нее выталкивающих из катушки пондеромоторных сил в момент создания магнитного поля. Такое выталкивание действительно наблюдалось в опытах на инертном макете КЗ при попытке создать достаточно интенсивное поле (с индукцией в несколько тесла). Скорость движения облицовки при этом была не более 1 м/с, что при характерных временах задержки подрыва КЗ могло привести к смещению облицовки на десятые доли миллиметра. При индукции в десятые доли тесла выталкивания облицовки

Результаты экспериментов

Номер опыта	B , Тл	L/L_0
1	2,5	0
2	0,65	0,12
3	0,35	0,4
4	0,25	0,4
5	0,25	0,64

не происходило, в то время как создание магнитного поля такой же интенсивности в опытах с подрывом КЗ по-прежнему существенно снижало его пробивное действие. Следует также отметить, что при зазоре между зарядом и облицовкой в десятые доли миллиметра, который мог возникнуть к моменту подрыва за счет смещения облицовки, эффективность метательного действия не только не должна снижаться, но может и возрасти, что следует из известных результатов по метанию пластин через зазор [3, 4]. Это делает труднообъяснимым резко отрицательное влияние малого зазора между облицовкой и зарядом на кумулятивный эффект. С учетом изложенного определяющая роль выталкивания облицовки представляется крайне маловероятной, хотя этот фактор и не может быть полностью исключен из рассмотрения, поскольку во взрывных экспериментах положение облицовки не контролировалось. Наконец, еще одной причиной может быть влияние магнитного поля на распространение детонации в заряде ВВ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лавретнев М. А. Кумулятивный заряд и принципы его работы // Успехи мат. наук. 1957. Т. 12, вып. 4. С. 41–56.
2. Кнопфель Г. Сверхсильные импульсные магнитные поля. М.: Мир, 1972.
3. Цыпкин В. И., Минеев В. Н., Иванов А. Г. Исследование процесса разгона медных пластин продуктами взрыва через зазор // Журн. техн. физики. 1975. Т. 45, № 3. С. 510–515.
4. Огородников В. А., Пинчук С. Ю., Шемякин В. Ю. и др. Экспериментально-расчетное исследование разгона пластин продуктами взрыва через зазор // Физика горения и взрыва. 1981. Т. 17, № 1. С. 133–136.

Поступила в редакцию 2/III 1999 г.