

## ВОЗНИКНОВЕНИЕ ТЕРМОХИМИЧЕСКОЙ ЭДС В НЕКОТОРЫХ ПРОВОДЯЩИХ МАТЕРИАЛАХ

Ю. С. Петров, В. Д. Щеглов, В. В. Масликов  
(Орджоникидзе)

Явление возникновения ЭДС в проводниках при их нагревании описывается хорошо известными эффектами Зеебека и Томсона [1, 2]. Описываемые далее эксперименты дополняют информацию об этих эффектах и могут быть использованы как для исследовательских, так и для прикладных целей.

Если некоторую часть поверхности проводника (например, нихрома, константана, вольфрама или графита) покрыть пиротехническим материалом (азидом свинца, черным порохом или воспламенительным составом спичечной головки) и поджечь его (например, пламенем спиртовки), то в процессе горения пиротехнического материала и после его сгорания при непрерывном местном подогреве части поверхности проводника, покрытой ранее пиротехническим материалом, на концах проводника возникает ЭДС. Если при этом цепь замкнута, то в проводнике протекает электрический ток как во время горения пиротехнического материала, так и во время последующего подогрева. Направление возникающей ЭДС (и тока) зависит от места максимальной температуры подогреваемого участка проводника.

Если подогрев на некоторое (час, два и более) время прекратить, а затем снова восстановить его, то процесс возникновения ЭДС и тока возобновляется (при этом для возникновения ЭДС и тока уже нет необходимости снова покрывать участок проводника пиротехническим материалом и поджигать его, достаточно просто возобновить местный подогрев).

Необходимо особо отметить, что указанный эффект наблюдается и при использовании графита вместо металлического проводника. На рис. 1 приводится схема экспериментов, где 1 — измерительный прибор; 2 — исследуемый материал; 3 — источник тепла; 4 — слой пиротехнического материала; 5 — соединительные провода.

Исследовались проводники из нихрома диаметром 0,15, 0,20 и 0,40 мм, из константана диаметром 0,30 и 0,40 мм и из вольфрама диаметром 0,40 мм с чистыми неокисленными и неизолированными поверхностями длиной 30—40 см, а также графитовые стержни диаметром 3 мм. На небольшом участке *ab* (см. рис. 1) длиной 4—5 см проводник или стержень покрывался слоем пиротехнического материала толщиной 1 мм (азидом свинца, черным порохом или воспламенительным составом спичечной головки). Участок проводника для удобства покрытия навивался в виде спиральки диаметром 3—4 мм.

Проводник непосредственно или с помощью соединительных проводов замыкался на измерительный прибор (милливольтметр типа МР-64-02 или микроамперметр М-261). Далее пиротехнический материал поджигался (с помощью спиртовки). Во время горения состава на концах проводника возникала ЭДС, которая измерялась милливольтметром. Когда вместо милливольтметра подключался микроамперметр, то последний фиксировал протекание тока.

После сгорания пиротехнического материала нагревались (пламенем спиртовки) отдельные места участка *ab* (см. рис. 1). При нагревании в правой половине участка (на длине *ob*) стрелка измерительного прибора отклонялась в одну сторону, а при нагревании в левой половине участка (на длине *ao*) — в другую. При нагревании приблизительно в середине участка *ab* показания измерительного прибора были равны нулю.

Ток в цепи протекал непрерывно в течение всего времени подогрева. Таким образом, после однократного обжига пиротехническим материалом участка *ab* последний приобретает способность генерировать электрический ток в цепи в течение всего времени подогрева.

Условия экспериментов	Ток, мкА	ЭДС, мВ
Сжигание азида свинца на участке <i>ab</i> (см. рис. 1)	6	0,5
Подогрев после сжигания азид свинца на участках:		
<i>ao</i>	-5	-0,4
<i>ob</i>	5	0,4
Сжигание пороха на участке <i>ob</i>	4; 3 *; 3 **	0,4; 0,2 *
Подогрев после сжигания пороха на участках:		
<i>ao</i>	-3	-0,2; -1**
<i>ob</i>	3	0,2; 1**
Сжигание воспламенительного состава спичечной головки на участке <i>ob</i>	3	0,3
Подогрев после сжигания воспламенительного состава спичечной головки на участках:		
<i>ao</i>	-2	-0,15
<i>ob</i>	2	0,15

\* Данные для константана.  
 \*\* Данные для вольфрама. Цифры без звездочек — данные для нихрома.

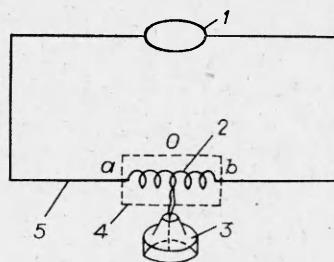


Рис. 1. Схема проведения эксперимента с металлическими проводниками.

Если аналогично нагревать соответствующий проводник на участке (или в любом другом месте), не обрабатывая его предварительно пиротехническим материалом и последующим обжигом, то ЭДС или ток в проводнике обнаружить не удастся. На величину возникающей ЭДС изменения диаметра исследуемого проводника не влияют. При механическом удалении на участке *ab* образующегося

налета при горении пиротехнического материала эффект возникновения ЭДС резко ослабляется. Результаты экспериментов сведены в таблицу.

При проведении экспериментов с графитовым стержнем его средняя часть помещалась на изолированную, не проводящую электрический ток подставку, на которую насыпался порох массой 0,1—0,2 кг. Концы графитового стержня с помощью металлических проводников подключались к осциллографу. Порох дожигался от постороннего источника пламени. Осциллограммы тока, возникающего в цепи при сгорании пороха, приведены на рис. 2. На рис. 2 виден скачок луча, обусловленный возникновением ЭДС при сгорании пороха на графите.

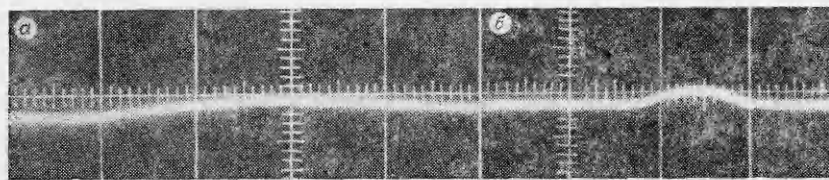


Рис. 2. Осциллограммы наведенной ЭДС в графитовом стержне при использовании дымного (а) и бездымного (б) порохов. Чувствительность 1 мВ/дел.

Описанные эффекты могут быть использованы для преобразования тепловой энергии в электрическую в различных устройствах, датчиках и т. д.

Поступила в редакцию 20/X 1981

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Е. К. Иорданишвили. Термоэлектрические источники питания. М.: Советское радио, 1968.
2. В. А. Орлов. Малогабаритные источники тока. М.: Воениздат, 1970.