

В зависимости от режимов записи и управления времена включения  $\geq 5$  мс, выключения —  $\geq 100$  мс. Следует отметить, что большинство параметров существенным образом зависит от режимов записи и управления.

Отметим также, что была получена хорошая однородная ориентация ЖК при использовании в качестве ориентанта самого ФП. Это позволяет упростить изготовление модулятора за счет исключения операции нанесения ориентирующего слоя на ФП.

Обратим внимание на некоторые данные, полученные с помощью вольт-амперных характеристик для границы раздела между фазами. При наличии ориентирующей пленки поливинилового спирта на электроде и ее отсутствии на ФП темновой ток и фототок нелинейно зависели от напряжения, соответствующих характеристикам варисторного типа. Наличие слабовыраженного выпрямляющего эффекта указывало на существование потенциального барьера в структуре. Для аналогичной структуры, но без ориентирующего слоя поливинилового спирта на контрэлектроде вольт-амперная характеристика имела симметричный вид. Следовательно, пространственное разделение зарядов связано с границами либо ПВС—ЖК, либо прозрачный электрод—поливиниловый спирт. Учитывая результаты [5], где было установлено отсутствие выпрямляющего эффекта на границе прозрачный электрод—ЖК и существенное выпрямление на границе ЖК—неорганический ФП, можно предполагать отсутствие барьера на границе органического ФП с сопряженными связями с ЖК.

В целом результаты работы показывают перспективность применения ФП с сопряженными связями в ПВМС типа ФП—ЖК. Достигнуты достаточно высокие модуляционные свойства. Показана также возможность использования самого полимерного ФП в качестве ориентанта, что позволяет упростить изготовление модуляторов.

#### Список литературы

- [1] Васильев А. А., Касасент Д., Компанец И. Н., Парфенов А. В. Пространственные модуляторы света. М.: Радио и связь, 1987. 320 с.
- [2] Мильников В. С., Морозова Е. А., Котов Б. В. и др. // ДАН СССР. 1984. Т. 281. № 5. С. 897—900. ЖТФ. 1987. Т. 57. Вып. 3. С. 2041—2042. Там же. 1985. Т. 55. Вып. 4. С. 749—753.
- [3] Mylnikov V. // Mol. Cryst. Liq. Cryst. 1987. Vol. 152. P. 597—607.
- [4] Мильников В. С. Фотопроводимость полимеров. Л.: Химия, 1990. 240 с.
- [5] Мильников В. С., Морозова Е. А. // 1983. Т. 53. Вып. 10. С. 2045—2049.

С.-Петербургский институт киноинженеров

Поступило в Редакцию  
9 октября 1990 г.

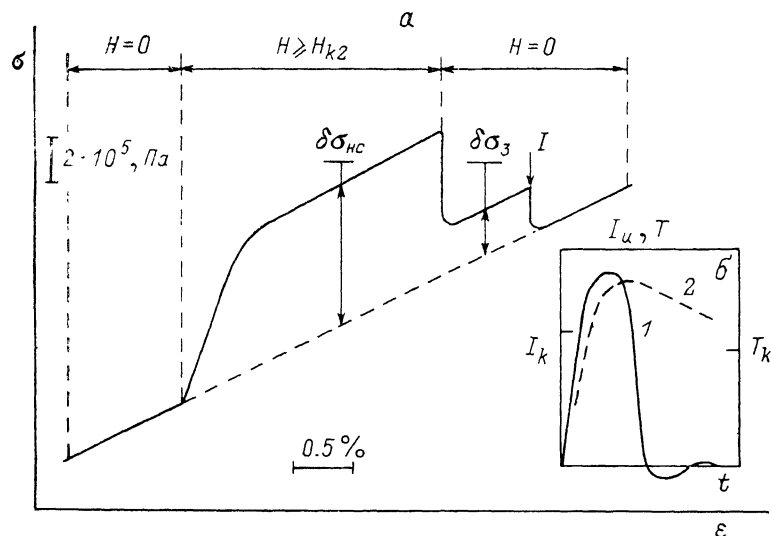
## РАЗМАГНИЧИВАНИЕ МЕТАЛЛА-СВЕРХПРОВОДНИКА В ПРОЦЕССЕ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ

В. П. Лебедев, В. С. Крыловский

Закрепление магнитных силовых линий на несовершенствах кристаллического строения сверхпроводника при температуре ниже критической приводит к появлению остаточного магнитного потока ( $\Phi_0$ ) после выключения внешнего магнитного поля, что может оказывать значительное влияние на различные физические характеристики металла [1]. В частности, при механических испытаниях за счет формирования дефектной структуры и пиннинга вихрей магнитного потока на несовершенствах кристаллического строения при циклической смене нормального и сверхпроводящего состояния величина  $\Phi_0$  может возрастать, приводя к искажению экспериментально наблюдаемых величин:

различия в уровнях деформирующего напряжения, глубины релаксации, простота деформации и скорости ползучести при сверхпроводящем переходе и т. д. [2]. Там же [2] было рассмотрено устранение остаточного магнитного потока путем отогрева образца до  $T > T_k$  и предложен способ вычисления истинного значения величины разупрочнения в сверхпроводящем состоянии путем учета пропорционального вклада  $\Phi_s$  в прирост деформирующего напряжения.

Использование традиционной методики размагничивания за счет отогрева до  $T > T_k$  ( $T_k$  — температура перехода в сверхпроводящее состояние) с испарением хладагента  $He^4$  приводит к возрастанию длительности эксперимента, дополнительному расходу криогенной жидкости. Кроме того, пребывание металла при повышенной температуре в течение длительного промежутка времени может привести к частичному отжигу деформационных дефектов, и, как следствие, к изменению его механических, электрических и магнитных свойств.



Участок кривой упрочнения сплава Pb—2 ат. % In и изменение деформирующего напряжения, вызванное внешним магнитным полем и электрическим током (а), а также изменение плотности электрического тока ( $I$ ) и температуры образца (2) от времени (б).

В связи с этим предложен способ устранения остаточного магнитного потока из непрерывно деформируемого металла-сверхпроводника короткими тепловыми импульсами. Нагрев металла до  $(T - T_k) / T_k \leq 1$  осуществляли импульсами электрического тока плотностью  $j \geq j_k$  ( $j_k$  — критическая плотность тока, разрушающего сверхпроводимость). Рассмотрим применение этого метода на примере сплава Pb—2 ат. % In, который обладает высоким значением силы пиннинга [3]. Для этого через образец сечением  $1 \times 5$  мм и длиной 10 мм пропускали одиночные импульсы электрического тока плотностью  $j \approx 10^9$  А/м<sup>2</sup> и длительностью  $\tau = 10^{-4}$  с. В качестве генератора импульсов электрического тока использовали устройство, описанное в [4].

Схема, иллюстрирующая применение одиночных импульсов электрического тока для размагничивания металла-сверхпроводника в процессе деформирования, приведена на рисунке. Начальный переход металла из сверхпроводящего состояния в нормальное при помощи внешнего магнитного поля  $\dot{H} > \dot{H}_k$  вызывает возрастание деформирующего напряжения на  $\delta\sigma_{до}$ , что обычно связывают с изменением силы электрического торможения дислокаций [5]. При наличии пиннинга вихрей магнитного потока на дефектах решетки после выключения магнитного поля ( $H=0$ ) деформирующее напряжение превышает на величину  $\delta\sigma_s$  уровень, соответствующий сверхпроводящему состоянию. Для устранения остаточного магнитного потока через образец пропускали импульс электрического тока.

Во время прохождения импульса тока создается собственное магнитное поле, которое осуществляет переход из сверхпроводящего состояния с остаточной магнитной индукцией ( $B_3 \neq 0$ ) в нормальное. Если резистивное состояние зарождается локально, то при скорости распространения нормальной фазы  $1-10$  м/с [6] и характерном размере образца  $L \approx 10^{-3}-10^{-4}$  м время перехода всего объема металла в нормальное состояние  $t \leq 10^{-3}$  с, что и определяет длительность электрического импульса.

Прохождение электрического тока через металл в резистивном состоянии приводит к выделению джоулева тепла практически в адиабатическом режиме и нагреву до  $T > T_{кр}, T_k$  ( $T_{кр}$  — температура криостата). Степень и длительность нагрева не должны приводить к миграции или перераспределению сформировавшихся деформационных дефектов.

После спада электрического тока  $j < j_k$  образец остается еще в нормальном состоянии ( $T > T_k$ ) из-за того, что время понижения температуры до  $T < T_k$   $t_c > \tau$ . Если оценить  $t_c \sim L^2/a$  ( $L$  — характерный размер образца,  $a = \lambda/c_p\rho$  — температуропроводность), используя значения для сплава Рb—2 ат. % In при 10 К [7] коэффициента теплопроводности  $\lambda = 1-10$  Вт/м·К, удельной теплоемкости  $c_p = 10$  Дж/кг·К, плотности  $\rho = 11.3 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>, то получим время охлаждения до  $T \approx T_k$   $t_c \approx 10^{-1}-10^{-2}$  с, что предотвращает захват магнитного потока электрического тока при охлаждении образца. Полноту размагничивания объекта контролировали двумя способами: выходом кривой  $\sigma(\epsilon)$  на уровень нагружения в сверхпроводящем состоянии, а также по кривой намагничивания, снятой сразу же после прохождения импульса тока.

Предложенный способ размагничивания металла-сверхпроводника может быть использован не только при механических испытаниях, но и в других физических экспериментах.

#### Список литературы

- [1] Кембелл А., Иветс Дж. Критические токи в сверхпроводниках. М.: Мир, 1975. 332 с.
- [2] Доценко В. И., Пустовалов В. В., Сиренко В. А. // ФНТ. 1981. Т. 7. № 1. С. 100—110.
- [3] Винников Л. Я., Жариков О. В., Копецкий Ч. В., Москвин С. И. // ФНТ. 1977. Т. 3. Вып. 7. С. 841—849.
- [4] Лебедев В. П., Воинов В. П. // ПТЭ. 1975. № 4. С. 88—89.
- [5] Старцев В. И., Ильичев В. Я., Пустовалов В. В. Пластичность и прочность металлов и сплавов при низких температурах. М.: Металлургия, 1975. 327 с.
- [6] Posada E., Rinderer L. // J. Low Temp. Phys. 1975. Vol. 21. N 3/4. P. 223—241.
- [7] Справочник по физико-техническим основам криогеники / Под ред. М. П. Малкова. М.: Энергоатомиздат, 1985. 431 с.

Харьковский государственный  
университет им. А. М. Горького

Поступило в Редакцию  
22 октября 1990 г.

## МОДУЛЯЦИЯ РАЗРЯДНОГО ТОКА ЗВУКОМ

Г. А. Галечян, Р. Г. Диванян

Распространение акустической волны вдоль положительного столба газовой разряда может вызвать его расслоение. В работе [1] рассматривается теоретическая модель такого явления. Экспериментально расслоение разряда звуком получено в [2]. В ней приведены фотографии однородного в продольном направлении разряда в отсутствие акустической волны и расслоенного плазменного столба при наличии стоячей волны. Механизм такого явления заключается в том, что звуковая волна, распространяясь вдоль разряда, вызывает образова-