

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

3362/82

19/7-82

8-82-308

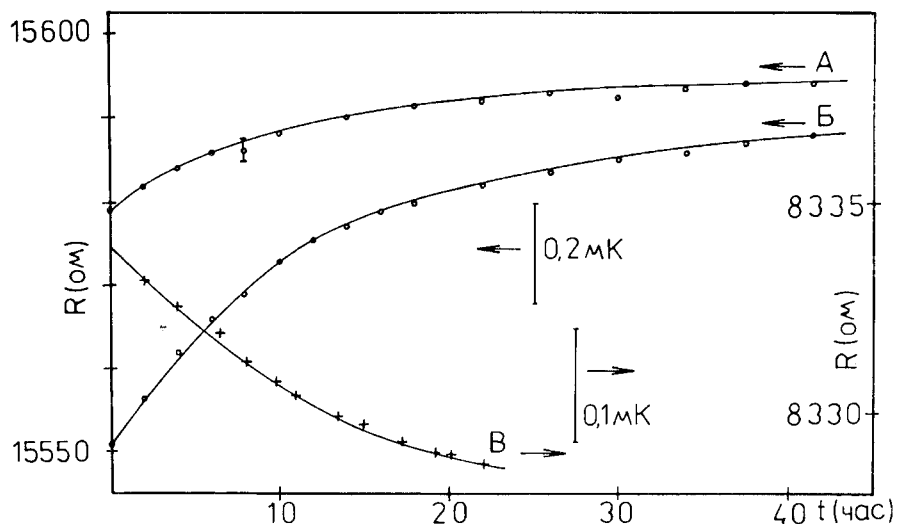
Б.С.Неганов, В.Н.Трофимов, М.Колач

К ВОПРОСУ О ДРЕЙФЕ
ТЕРМОСОПРОТИВЛЕНИЙ ALLEN-BRADLEY

Направлено в журнал
"Физика низких температур"

1982

Из всех вторичных термометров угольные резисторы типа Allen-Bradley до сих пор являются наиболее широко используемыми и хорошо изученными. Тем не менее один аспект их поведения - изотермический дрейф при гелиевых температурах, несмотря на то, что известен достаточно давно^{1/}, не имеет общепринятого объяснения. Почти полное отсутствие специального экспериментального изучения этого вопроса можно объяснить лишь тем, что такой дрейф представляет серьезную неприятность только в весьма точных медленных $\Delta T/T \leq 10^{-2} \text{ ч}^{-1}$ / изотермических измерениях, которые составляют небольшую долю криогенных исследований. Нам пришлось столкнуться с изотермическим дрейфом угольных термометров при работе с адиабатическим калориметром, в котором при температуре 1К паразитный внешний теплоприток к изолированным образцам с массами порядка 10 кг определялся лишь космическим и радиоактивным фонами и был равен $10^{-14} \text{ Вт г}^{-1}$, что приводило к температурному дрейфу $2,5 \cdot 10^{-6} \text{ К. ч}^{-1/2}$. При этом, как видно из рисунка, релаксация термометров, даже после небольших изменений температуры, намного превосходит собственный дрейф образца. Использовались термометры Allen-Bradley 0,25 номиналом 47 Ом, с которых надфилем снималась пластмассовая оболочка, после чего термометр клеивался клеем Stycast A 1266 в свернутый трубочкой конец полоски из медной фольги, второй /плоский/ конец которой приклеивался к образцу клеем БФ-2. Сопротивление измерялось термометрическим мостом S-72. Кривые А и Б соответствуют охлаждению образца на 0,25К и 1,6К /конечная температура в обоих случаях равна 1К/. Время отсчитывается с момента размыкания механического теплового ключа, обеспечивающего тепловой контакт образцов с гелиевой ванной. Охлаждение продолжалось примерно 2 часа, и перед размыканием ключа образец находился при конечной температуре 3 часа, так что приведены лишь "хвосты" релаксации термометров. Аналогичный эффект наблюдался и при нагревании. Кривая В соответствует релаксации после нагрева образца на 0,2К /начальная температура 1К/ за 4 часа и выдержки при конечной температуре перед размыканием ключа 2 часа. В этом случае имелась возможность дополнительно контролировать температуру образца по термометру из монокристаллического GaAs, который использовался как опорный и показания которого практически не изменились за время наблюдения 20 часов /с учетом нагрева космическими лучами/.



"Хвосты" релаксационного дрейфа термометра Allen-Bradley 0,25 номиналом 47 Ом после охлаждения на 0,25К /А/, 1,6К /Б/ до 1К и нагрева на 0,2К/В/ от 1К.

Нами было высказано предположение, что причиной обсуждаемого дрейфа является неупругая релаксация термоупругих напряжений, возникающих в неоднородных по тепловым свойствам структурах, обнаруженная впервые в поликристаллической меди^{/3/}. Релаксация напряжений в резисторе приводит при этом к релаксации проводимости вследствие тензорезистивного эффекта, свойственного угольным термометрам. Недавно появившаяся работа по изучению изотермического дрейфа резисторов Allen-Bradley^{/4/} позволяет вернуться к этому вопросу. В этой работе можно было наблюдать начальный участок /15 минут/ дрейфа резистора номиналом 56 Ом после быстрого охлаждения от 10К и 3,8К до 1,25К. Качественно эти результаты согласуются с нашими. Авторы^{/4/} делают предположение, что дрейф обусловлен существованием в материале резистора электронных ловушек с широким распределением времен релаксации, из которых электроны проводимости могут термически возбуждаться. Обе точки зрения не противоречат имеющимся опытным данным. Заметим, однако, что аналогичный релаксационный процесс наблюдается и в емкостных термометрах при охлаждении до гелиевых температур^{/5/}, причем авторы связывают его с наличием пьезоэлектрического эффекта у микрокристаллов SrTiO_3 и релаксацией термоупругих напряжений в стеклянной

матрице, содержащей их. Таким образом, первопричина дрейфа двух термометров разных типов может быть одной. Окончательную ясность в этот вопрос может внести лишь целенаправленное изучение изотермического дрейфа угольных резисторов. Вероятно, лучшим способом выбрать одно из объяснений было бы изучение температурной зависимости дрейфа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лоунаспаа О. Принципы и методы получения температур ниже 1К. "Мир", М., 1974, с.258.
2. Неганов Б.С., Трофимов В.Н. Письма в ЖЭТФ, 1978, 28, вып.6, с.356.
3. Неганов Б.С., Трофимов В.Н. Тезисы докладов XXI Всесоюзного совещания по физике низких температур. ФТИНТ АН УССР, Харьков, 1980, часть 4, с.137.
4. Forgan E.M., Nedjat S. Cryogenics, 1981, 21, No.11, p.633.
5. Lawless W.H. RSI, 1975, 46, No.5, p.625.

Рукопись поступила в издательский отдел
27 апреля 1982 года.

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

Д1,2-9224	IV Международный семинар по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1975.	3 р. 60 к.
Д-9920	Труды Международной конференции по избранным вопросам структуры ядра. Дубна, 1976.	3 р. 50 к.
Д9-10500	Труды II Симпозиума по коллективным методам ускорения. Дубна, 1976.	2 р. 50 к.
Д2-10533	Труды X Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Баку, 1976.	3 р. 50 к.
Д13-11182	Труды IX Международного симпозиума по ядерной электронике. Варна, 1977.	5 р. 00 к.
Д17-11490	Труды Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1977.	6 р. 00 к.
Д6-11574	Сборник аннотаций XV совещания по ядерной спектроскопии и теории ядра. Дубна, 1978.	2 р. 50 к.
Д3-11787	Труды III Международной школы по нейтронной физике. Алушта, 1978.	3 р. 00 к.
Д13-11807	Труды III Международного совещания по пропорциональным и дрейфовым камерам. Дубна, 1978.	6 р. 00 к.
	Труды VI Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1978 /2 тома/	7 р. 40 к.
Д1,2-12036	Труды V Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1978	5 р. 00 к.
Д1,2-12450	Труды XII Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Приморско, НРБ, 1978.	3 р. 00 к.
	Труды VII Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, Дубна, 1980 /2 тома/	8 р. 00 к.
Д11-80-13	Труды рабочего совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике, Дубна, 1979	3 р. 50 к.
Д4-80-271	Труды Международной конференции по проблемам нескольких тел в ядерной физике. Дубна, 1979.	3 р. 00 к.
Д4-80-385	Труды Международной школы по структуре ядра. Алушта, 1980.	5 р. 00 к.
Д2-81-543	Труды VI Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1981	2 р. 50 к.
Д10,11-81-622	Труды Международного совещания по проблемам математического моделирования в ядерно-физических исследованиях. Дубна, 1980	2 р. 50 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79
Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

Неганов Б.С., Трофимов В.Н., Колач М. 8-82-308
К вопросу о дрейфе термосопротивлений Allen-Bradley

Обнаружено, что изотермический дрейф термометров Allen-Bradley после небольших изменений температуры вблизи 1К продолжается десятки часов. Приведены записи "хвостов" релаксации сопротивления резистора Allen-Bradley 0,25 номиналом 47 Ом через несколько часов после изменения температуры. Эти результаты качественно согласуются с недавно появившимися данными исследования начальных участков /15 мин/ дрейфа термометра Allen-Bradley номиналом 56 Ом также вблизи 1К. Делается вывод, что имеющиеся два предположения о причине дрейфа не противоречат этим данным.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1982

Neganov B.S., Trofimov V.N., Koláč M. 8-82-308
On the Drift of Allen-Bradley Resistor Thermometers

The drift of Allen-Bradley resistor thermometers in isothermal conditions after a small temperature variation was studied near 1K. The drift was observed for tens of hours after temperature stabilization.

The investigation has been performed at the Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research, Dubna 1982

Перевод авторов.