

объединенный
институт
ядерных
исследований
дубна

2/11-79

Я-668

8 - 12104

1282/2-79

Л.Яншак, В.А.Малюк

ИНДИКАТОР УРОВНЯ ЖИДКОГО ГЕЛИЯ

1979

Яншак Л., Малюк В.А.

8 - 12104

Индикатор уровня жидкого гелия

Представлены результаты исследования угольных сопротивлений фирмы "Аллен-Бредли" с точки зрения использования их в качестве датчиков уровня жидкого гелия. Даны рекомендации по выбору датчиков. Приведены электронные схемы индикаторов уровня с угольными сопротивлениями, применяемыми в криогенном отделе ЛВЭ ОИЯИ.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1979

Jancák L., Maljuk V.A.

8 - 12104

Liquid Helium Level Indicator

The results of investigation of the "Allan-Bradley" carbon resistors as to their application as sensors of liquid helium level are presented. Recommendations on sensor choice and electronic schemes of level indicators with carbon resistors are given.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1979

В низкотемпературной экспериментальной технике часто необходимо определять положение уровня жидкого гелия. Одним из методов индикации уровня является использование угольного сопротивления фирмы "Аллен-Бредли" в качестве датчика. Сопротивление датчика, запитанного током (переменным или постоянным) изменяется скачком в момент перехода через уровень жидкого гелия за счет изменения температуры датчика вследствие различия коэффициентов теплоотдачи в жидкости и в паре. Для регистрации изменения сопротивления используются различные схемы, например мостовая схема^{1/}, схема, содержащая источник тока с малым импедансом и амперметр^{2/}, электронная схема^{3/}. Поскольку изменение сопротивления датчика относительно мало, эти схемы должны обладать достаточной чувствительностью.

В связи с тем, что нам не известны данные о свойствах угольных сопротивлений при использовании их в качестве датчиков уровня жидкого гелия, для разных величин номинального сопротивления и мощности датчиков были проведены эксперименты, результаты которых приведены ниже.

Для набора сопротивлений Аллен-Бредли определены зависимости падения напряжения на сопротивлении при разных токах в диапазоне от 5 мкА до 5 мА. Напряжение на сопротивлении измерялось, когда датчик находился на глубине 1 см под уровнем жидкого гелия (величина напряжения $U_{ж}$) и когда датчик находился на высоте 1 см над уровнем жидкого гелия (величина напряжения $U_{п}$). В качестве параметра, характеризующего данное

сопротивление с точки зрения использования его в качестве датчика уровня, была принята разность $\Delta U = U_{ж} - U_{п}$ при одном и том же токе.

Испытывались сопротивления 46, 56, 100, 150, 220 Ом с номинальной мощностью 0,125 Вт и сопротивления 46, 150, 220, 410, 510, 1000 Ом с номинальной мощностью 0,25 Вт. Для проведения испытаний был изготовлен простейший штوك с двумя индикаторами уровня (над испытываемым сопротивлением и под ним), обеспечивающий одинаковые условия проведения эксперимента для всех датчиков. Сопротивления были запитаны от источника постоянного тока со стабильностью не хуже $\pm 0,01\%$. Напряжение на сопротивлении измерялось цифровым вольтметром. Измерение производилось по четырехпроводной схеме.

На рис.1 показана зависимость величины $\Delta U = U_{ж} - U_{п}$ от номинального сопротивления при комнатной температуре ($R_{НОМ}$) для случаев, когда постоянная мощность, выделяемая на сопротивлении в жидком гелии, равна 1 мВт и 0,1 мВт. Зависимость $\Delta U = f(R_{НОМ})$ линейна. Абсолютная величина ΔU , а также наклон зависимостей $\Delta U = f(R_{НОМ})$ для сопротивлений с номинальной мощностью 0,125 Вт выше, чем для сопротивлений с номинальной мощностью 0,25 Вт.

Из приведенных данных видно, что в качестве датчиков уровня выгоднее использовать угольные сопротивления с более высоким номинальным сопротивлением.

В схемах, приведенных ниже, были использованы сопротивления 510 Ом с номинальной мощностью 0,25 Вт. Благодаря относительно большой величине ΔU по сравнению с шириной порога срабатывания компаратора, схемы работают с любым сопротивлением 510 Ом мощностью 0,25 Вт в рамках точности сопротивления, гарантируемой производителем.

На рис.2 показана функциональная схема индикатора уровня жидкого гелия с электрическими лампами в качестве оптических индикаторов. Схема состоит из компаратора напряжения, источника опорного напряжения и выходного усилителя с индикаторными лампами.

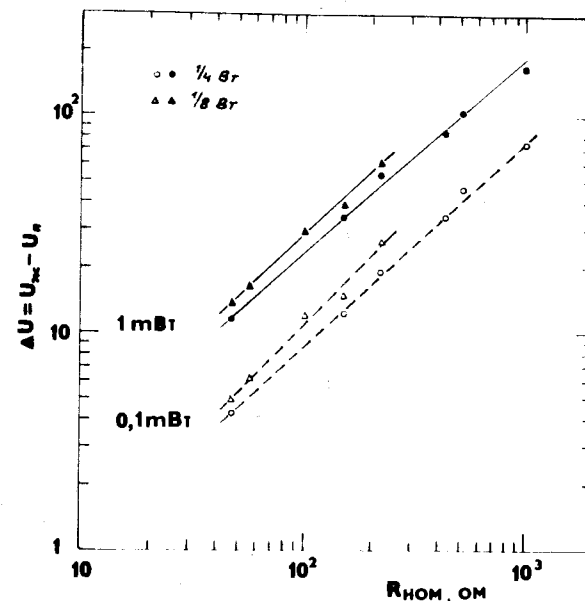


Рис.1. Зависимость ΔU от величины номинального сопротивления и номинальной мощности угольного резистора.

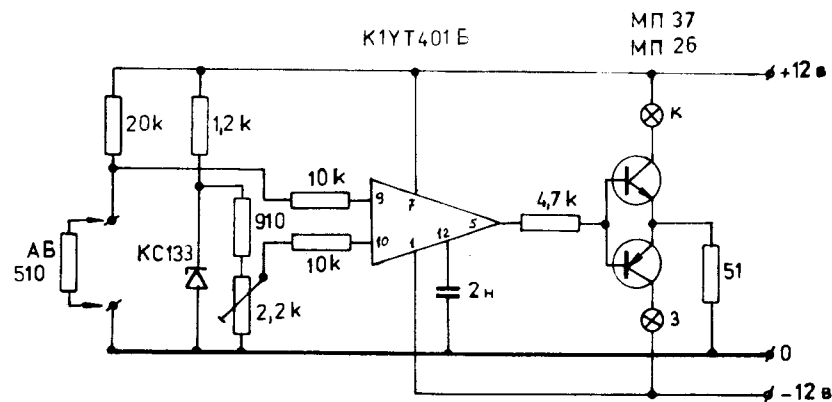


Рис.2. Функциональная схема индикатора уровня (с электрическими лампами).

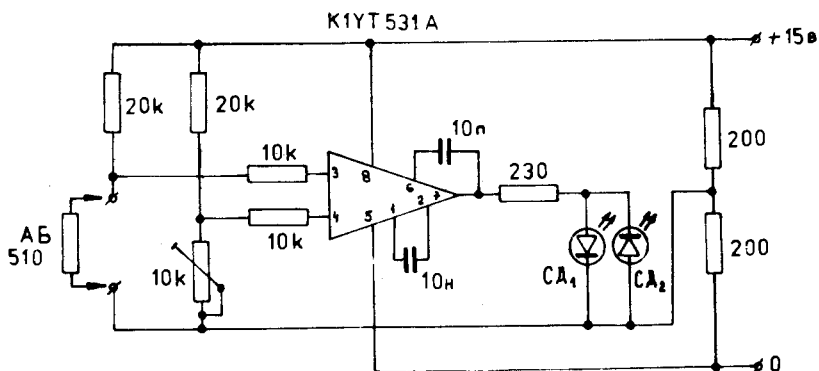


Рис. 3. Функциональная схема индикатора уровня (со светодиодами).

На рис. 3 показана такая же схема с использованием светодиодов в качестве оптических индикаторов, которые можно питать непосредственно с выхода операционного усилителя. Эта схема имеет меньшее количество деталей, чем предыдущая. Наладка схемы проста. При помещении датчика уровня в жидкий гелий устанавливается такая величина опорного напряжения, когда переключаются лампочки зеленого и красного цвета и затем устанавливается опорное напряжение, при котором горит зеленая лампочка. При помещении датчика в пары гелия при правильной наладке горит красная лампочка.

По приведенным схемам были разработаны 3-точечные системы индикации уровня жидкого гелия в криостате и калориметре установки для измерения потерь энергии в сверхпроводниках, работающей в ЛВЭ ОИЯИ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Russel B. Dcott. Cryogenic Engineering. N.Y., 1959, p.246, D.van Nostrand Co.
2. Роуз-Инс. А. Техника низкотемпературного эксперимента. Пер. с англ. Москва, "Мир", 1966, с.24.
3. Приборы для научных исследований, 1971, №6, с.134.

Рукопись поступила в издательский отдел
19 декабря 1978 года