

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

139 / 2-81

12/1-81

P13-80-544

В.Ф.Бобраков, Б.В.Васильев

ИЗМЕРИТЕЛЬ УРОВНЯ ЖИДКОГО ГЕЛИЯ

1980

В криогенных лабораториях используются измерители уровня жидкого гелия различных типов. Емкостной измеритель^{1/} можно считать наиболее универсальным, так как он удовлетворяет большинству требований, которые обычно предъявляются к такому прибору:

- 1/ он не содержит движущихся деталей,
- 2/ не требует перемещения датчика для отыскания положения границы жидкость - пар,
- 3/ его показания почти не зависят от температуры ванны, и потому он работоспособен как при заливке гелия в криостат, так и при откачке паров,
- 4/ он имеет непрерывную и линейную шкалу,
- 5/ занимает малый объем в криостате и выделяет исключительно мало тепла,
- 6/ прост в изготовлении и надежен в эксплуатации,
- 7/ имеет весьма высокую точность измерений.

Цель настоящей работы - описание конструктивных особенностей емкостного измерителя уровня жидкого гелия, разработанного в нашей лаборатории.

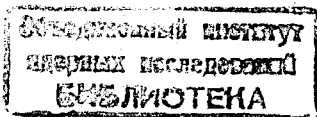
Работа этого измерителя базируется на том, что диэлектрическая проницаемость жидкого гелия превышает величину проницаемости его паров на величину $\delta\epsilon \approx 5 \cdot 10^{-2}$. Если измеритель конструктивно изготовлен в виде электрического конденсатора с емкостью C , имеющего длину, равную высоте криостата H , то заполнение зазора между пластинами жидким гелием до высоты h приведет к изменению его емкости на величину

$$\delta C = \delta\epsilon \frac{h}{H} C.$$

Если конденсатор используется как емкость колебательного контура, то собственная частота этого контура будет линейно уменьшаться по мере заполнения криостата гелием, и этот частотный сдвиг выразится как

$$\delta\omega = -\frac{1}{2} \frac{\delta C}{C} \omega = -\frac{\delta\epsilon \cdot \omega}{2} \cdot \frac{h}{H} = -2,5 \cdot 10^{-2} \omega \frac{h}{H}.$$

Следует отметить, что при таком подходе сдвиг частоты прямо не зависит от величины начальной емкости использованного конденсатора, что позволяет применять конденсатор любой удобной конструкции и емкости и при изготовлении датчика измерителя обращать основное внимание на удобство его работы, его механическую прочность и пр.



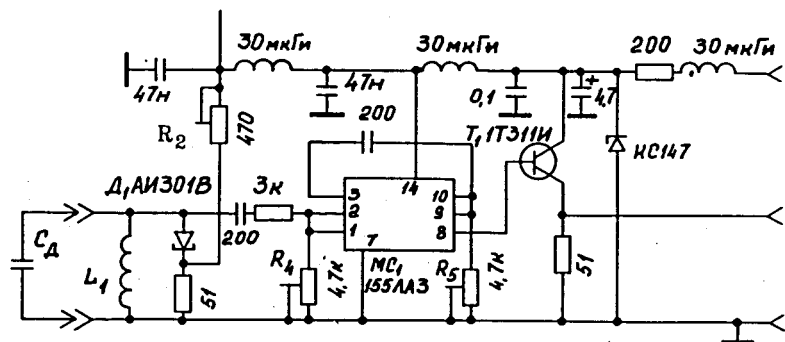


Рис. 1

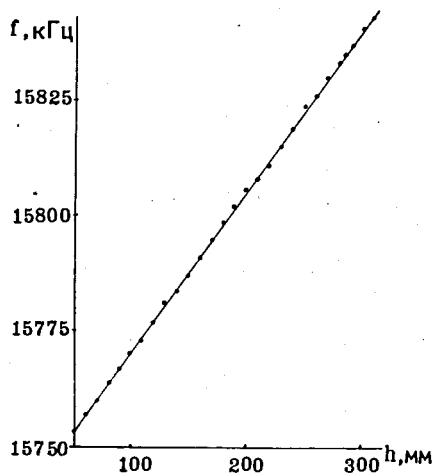


Рис. 2

Изготовленный нами датчик представлял собой две тонкостенные трубы из нержавеющей стали /Ф6 и Ф4/. С помощью небольших тефлоновых пробочек трубы коаксиально соединялись в цилиндрический конденсатор. В наружной трубе просверливались по всей длине ряды отверстий /Ф1/, через которые зазор между трубами мог заполняться гелием. Верхняя часть цилиндрического конденсатора выступала из криостата, и на ней был смонтирован коаксиальный разъем /СР-50/. Ответная часть разъема смонтирована на небольшом блочке, в котором размещена несложная электронная схема, предназначенная для измерения емкости датчика /рис. 1/. В этой схеме имеется индуктивность, составляющая вместе с датчиком колебательный контур автогенератора, собранного на туннельном диоде Д1.

Такой генератор был выбран среди других испытанных схем в связи с тем, что при всей своей простоте он обладает весьма высокой стабильностью даже без термостатирования. При емкости датчика, близкой к 160 пФ, рабочая частота генератора составляла примерно 15 МГц. Регулировка автогенератора осуществлялась с помощью подбора резистора R₂ для установки рабочей точки диода на падающем участке его вольт-амперной характеристики. Радиочастотное напряжение, генерируемое туннель-

ным диодом, усиливалось микросхемой МС1 не дефицитной серии 155ЛА3, вводимой в усилительный режим путем выбора рабочей точки элементов, который осуществлялся подбором резисторов R₄ и R₅. Усиленное напряжение подавалось на эмиттерный повторитель /Т1/ и с него на выходной разъем, с которого с помощью кабеля ВЧ напряжение поступало на внешний электронный частотомер. Питание измерителя также осуществлялось от внешнего источника напряжения. На рис. 2 приведены результаты измерений зависимости частоты описанного автогенератора от погружения емкостного датчика в ванну с жидким гелием. Испытания измерителя показали, что многократные измерения известного положения уровня гелия отличаются друг от друга не более, чем на 1,5%, суточная нестабильность частоты имела еще меньшую величину.

Авторы выражают искреннюю признательность В.И.Панову за консультацию, В.В.Игнатьеву и А.Г.Чертускину за помощь в изготовлении уровнемера.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пешков В.П., Ветчинкин А.Н. ПТЭ, 1978, №4, с.270-272.

Рукопись поступила в издательский отдел
31 июля 1980 года.