

М. М. ЯКШИН и В. М. ЕЗУЧЕВСКАЯ

ДИЭЛЬКОМЕТР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПОРОШКОВ НА ДЕСЯТИ ФИКСИРОВАННЫХ ЧАСТОТАХ РАДИОДИАПАЗОНА

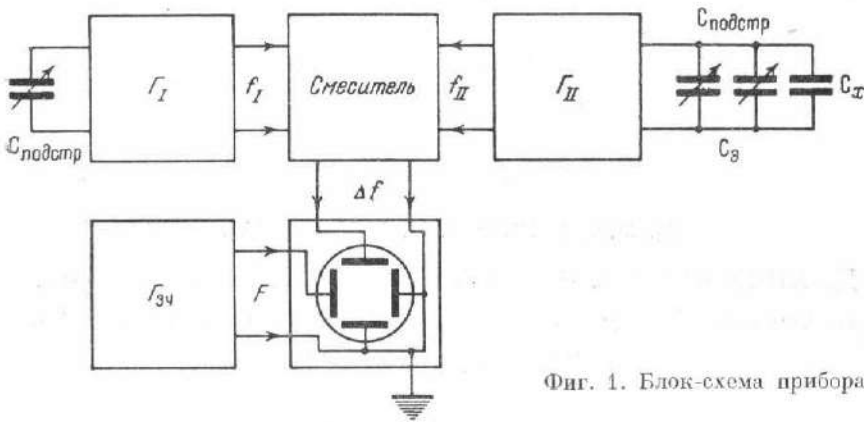
Построенный одним из нас [1] диэлькометр позволял вести измерения диэлектрической проницаемости кристаллических порошков по иммерсионному методу лишь при одной частоте в 1 мгц. Развитие работы по изучению диэлектрических свойств комплексных соединений поставило на очередь измерение диэлектрической проницаемости кристаллов при разных частотах как при обычных, так и при низких температурах. Криостат и жидкостной конденсатор для измерений при низких температурах были построены по нашим эскизам в 1951 г. и уже описаны в литературе [2]. В настоящей статье поставлена задача — описать новый генератор стабильных электромагнитных колебаний, построенный в 1952 г. и позволяющий вести изучение также и частотной зависимости диэлектрической проницаемости кристаллов.

1. ОПИСАНИЕ НОВОГО ГЕНЕРАТОРА КОЛЕБАНИЙ

Новый генератор колебаний существенно отличается от ранее построенного тем, что в нем мы отказались от кварцевой стабилизации опорных колебаний. В новой модели как опорный генератор Γ_I (фиг. 1), так и измерительный генератор Γ_{II} одинаковы по схеме и конструкции и генерируют высокочастотные колебания с частотами f_I и f_{II} , отличающимися на величину Δf порядка звуковой частоты. В контуры обоих генераторов введены конденсаторы для подстройки $C_{\text{подстр.}}$; в контур измерительного генератора, кроме того, включены параллельно с конденсатором для подстройки эталонные конденсаторы переменной емкости от прежнего диэлькометра (C_3) и жидкостной конденсатор C_x или из криостата, или из термостата в зависимости от условий и характера измерений. Стабильность разностной частоты $\Delta f = f_I - f_{II}$ при фиксированных значениях электроемкости всех включенных в схему конденсаторов переменной емкости теперь обеспечивается только тщательностью изготовления всех деталей и их сборки, почему на это и было обращено особое внимание.

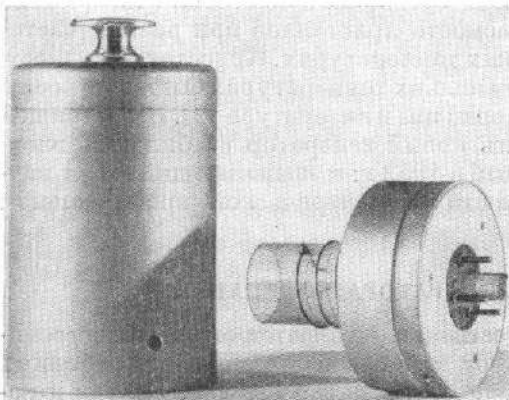
Вторая особенность новой модели диэлькометра заключается в том, что в ней в обоих генераторах, Γ_I и Γ_{II} , могут быть возбуждены высокочастотные колебания не одной только частоты, как было в прежней модели, а десяти разных частот радиодиапазона в интервале от 125,5 до 17 000 кгц. Перемена частоты генерируемых колебаний производится весьма просто:

сменой одной пары катушек самоиндукции в контурах генераторов на другую. Витки проволоки катушек самоиндукции намотаны на каркас из кварцевой трубки с наружным диаметром 28 мм и прочно закреплены на нем



Фиг. 1. Блок-схема прибора

(фиг. 2). Каркас с проволокой укреплен на панели, к двум (из четырех) контактам которой подведены концы катушки. Сами катушки окружены сплошным алюминиевым кожухом, закрепленным тремя шурупами на ранте панелей. Верхняя часть кожуха снабжена ручкой, при помощи которой катушка может быть легко вставлена и вынута из соответствующего гнезда в шасси прибора. Катушки занумерованы, и их номера выбиты на головках ручек. Катушки с соседними номерами (1 и 2; 3 и 4, и т. д.) сделаны совершенно одинаково; однако они все же обладают несколькими разными значениями самоиндукции. Поэтому для достижения воспроизводства одной и той же



Фиг. 2. Контурная катушка

частоты катушку с нечетным номером включают в контур опорного генератора, а катушку с последующим четным номером включают в контур измерительного генератора. Кожух катушки связан с двумя другими контактами панели и через них заземлен, когда катушка включена в контур. Чтобы обеспечить нужное по схеме включение штырьков (контактов) катушки при введении ее на место, сделано следующее приспособление. На наружной стороне панели катушки в ее центре между штырьками закреплен расположенный параллельно штырькам плексигласовый цилиндрок с выступающим на его поверхности вдоль образующей шпунтом; на панели же, закрепленной в центре гнезда для катушки, имеется соответствующее плексигласовому цилиндрику отверстие с пазом, отвечающим шпунту. Шпунт и паз расположены так, что они приходятся друг против друга тогда, когда и штырьки катушки приходятся также против соответствующих им контактных втулок панели на шасси. Тогда лег-

ким нажимом катушка свободно вдвигается в гнездо, чем и достигается предусмотренное схемой включение.

Третьей особенностью новой модели является то, что в ней мы отказались от индикации наличия колебаний в измерительном контуре заранее заданной нужной нам частоты при помощи нулевых вторичных биений, принимаемых на телефон, и заменили ее индикацией заранее заданной разности частот колебаний в опорном и измерительном генераторах.



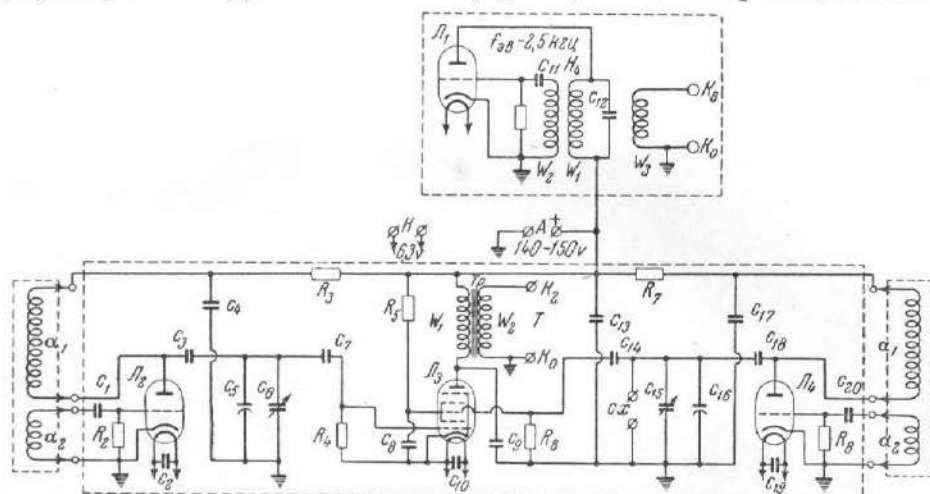
Фиг. 3. Наружный вид прибора

Требуемая разность частот задается отдельным генератором звуковой частоты $\Gamma_{зч}$, напряжение с которого подается на одну пару пластин катодного осциллографа, другая пара пластин получает из смесителя напряжение разностной частоты $\Delta f = f_I - f_{II}$. Тогда на экране осциллографа прочерчиваются фигуры Лиссажу, причем их форма зависит от соотношения частот Δf и F . В частности, при $\pm \Delta f = F$ на экране возникает светящийся эллипс, при $\Delta f = 2F$ или при $2 \Delta f = F$ — восьмерка, при других соотношениях частот еще более сложные фигуры.

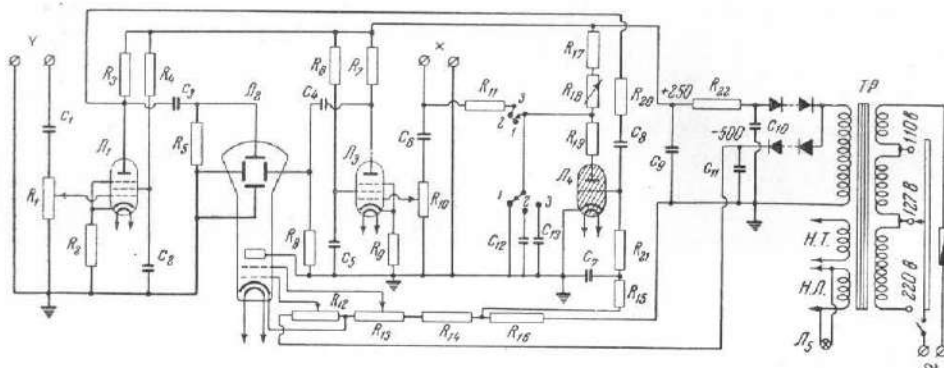
Все части прибора за исключением осциллографа смонтированы в ящике, передняя стенка которого является панелью управления (фиг. 3). Этот ящик укреплен в верхней части воздушного термостата с водяной рубашкой и электрическим подогревом. В нижней части термостата помещена подставка с 18 катушками, не включенными в прибор. Применение термостата с водяной рубашкой дало возможность достигнуть гораздо лучшего термостатирования по сравнению с первой моделью дизалькометра.

Принципиальная схема генераторов дана на фиг. 4. На фиг. 5 приведена принципиальная схема осциллографа.

Прибор изготовлен в экспериментальных мастерских Центрокадем-сба. Большую помощь в разработке проекта оказал нам инженер В. И. Дианов-Клоков, а в изготовлении аппарата — директор мастерских профессор А. А. Грубе и начальник радиоотдела инженер Н. П. Батов.



Фиг. 4. Принципиальная схема диэлектриметра



Фиг. 5. Принципиальная схема осциллографа

Считаем своим приятным долгом выразить названным лицам, а также С. К. Лебедеву и всему коллективу рабочих, принимавших участие в создании прибора, нашу искреннюю благодарность.

2. ИСПЫТАНИЕ ГЕНЕРАТОРА

Первый вопрос, на который должно дать ответ испытание прибора, это — определение частоты опорных колебаний, возбуждаемых в генераторе Γ_I при разных катушках самоиндукции в его контуре и при максимальном использовании измерительной шкалы эталонных конденсаторов в генераторе Γ_{II} при всех частотах. Наиболее удобным для достижения последней цели оказалось положение конденсатора подстройки опорного генератора на 80-м делении его шкалы. При таком положении этого конденсатора опорный генератор с разными катушками самоиндукции дает колебания с частотами, показанными в табл. 1.

Таблица 1

Номер контурной катушки	Частота генерируемых колебаний, кгц	Номер контурной катушки	Частота генерируемых колебаний, кгц
1	125,5	11	1963,0
3	225,0	13	3200,0
5	364,8	15	5350,0
7	622,5	17	8800
9	1078,5	19	17000

Далее нужно было проверить, насколько стабильна разностная частота генерируемых колебаний с разными парами контурных катушек. Для этого нам служил измеритель частот ИЧ-5. Прежде всего была установлена частота колебаний низкочастотного генератора $\Gamma_{\text{зч}}$. Она оказалась очень устойчивой во времени и равной 2350 гц. Достаточно устойчивыми оказались и разностные частоты при парных катушках 1,2; 3,4; ... 13, 14. При катушках же 15, 16 держать на экране осциллографа фигуру эллипса в течение сколько-нибудь значительного времени уже не удавалось, т. е. колебания разностной частоты при этих контурных катушках далеко выходили за величину частоты $\Gamma_{\text{зч}}$. Пары контурных катушек: 17,18 и 19,20 тем более не давали необходимого постоянства разностной частоты.

Следующий этап в испытании прибора — установление тех отсчетов на шкале измерительных конденсаторов, при которых устанавливается эллипс на экране осциллографа при невключенном жидкостном конденсаторе и при разных парах контурных катушек. Установить эти отсчеты было необходимо для того, чтобы избежать в будущем при измерениях возможной ошибки, так как эллипс получается при двух положениях пластин эталонного конденсатора: при подходе к разностной частоте, равной частоте низкочастотного генератора, один раз со стороны больших частот в Γ_{II} по сравнению с частотой в Γ_{I} и другой — со стороны меньших частот. Очевидно, что правильное определение изменения емкости жидкостного конденсатора при перемещении в нем жидкого диэлектрика или при введении в него кристаллов испытуемого вещества в делениях шкалы эталонных конденсаторов как разность двух отсчетов возможно только при подходе к положению компенсации обязательно с одной и той же стороны. Расстояние между двумя отсчетами на шкале эталонного конденсатора, соответствующими появлению двух эллипсов на экране осциллографа, зависит от частоты. Эти расстояния при разных частотах даны в табл. 2.

Таблица 2

Контурные катушки	Расстояние в делениях шкалы	Контурные катушки	Расстояние в делениях шкалы
1,2	1400	9,10	144
3,4	749	11,12	84
5,6	468	13,14	49
7,8	269,5		

Наконец, была определена емкость жидкостного конденсатора с воздухом при разных частотах и при подходе с той и другой стороны; эти измерения показали удовлетворительное постоянство значений электроемкости жидкостного конденсатора при разных частотах.

Поступило в редакцию
6 ноября 1953 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. М. М. Якшин. Изв. Сектора платины ИОНХ АН СССР, 1945, вып. 18, 77.
2. М. М. Якшин и В. М. Езучевская. Настоящий вып., стр. 82.