

ИЗМЕРИТЕЛЬ ДОБРОТНОСТИ

ТИПА Е9-4

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ
И ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ**

ИЗМЕРИТЕЛЬ ДОБРОТНОСТИ ТИПА Е9-4

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ
И ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

СОДЕРЖАНИЕ

А. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

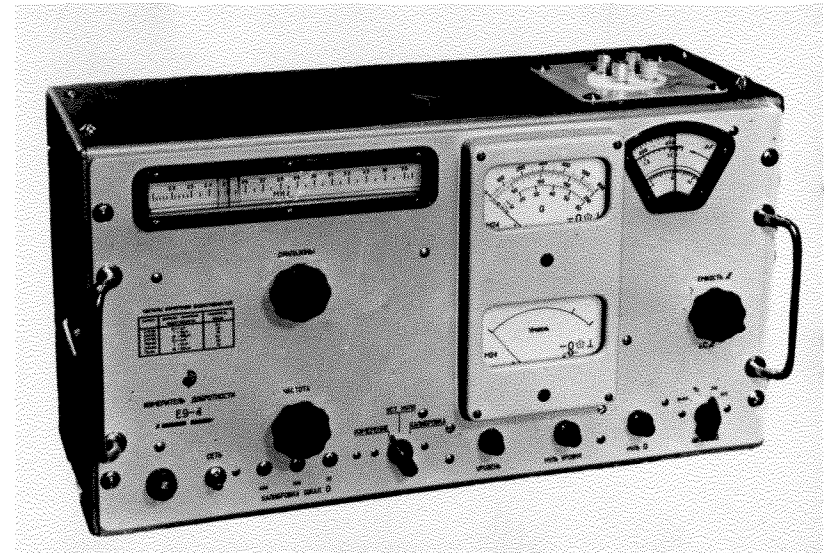
	Стр.
1. Назначение	5
2. Состав комплекта	5
3. Технические характеристики	6
4. Конструкция	8
5. Принцип действия и описание электрической схемы	9

Б. ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

6. Общие указания	14
7. Указания по работе	15
8. Профилактические работы	24
9. Указания по ремонту	25
10. Указания по поверке	29
11. Хранение	31

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1. Карта рабочих режимов ламп прибора	35
Приложение 2. Карта сопротивлений к прибору	36
Приложение 3. Таблица намоточных данных феррорезонансного трансформатора Tr1	37
Приложение 4. Намоточные данные дросселя Др1.	38
Приложение 5. Перечень элементов, имеющих ограниченный срок службы	38
Приложение 6. Перечень элементов	39
Приложение 7. Схема принципиальная электрическая	45
Карточка отзыва потребителя	49



Черт. 1. Общий вид прибора

А. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

1. НАЗНАЧЕНИЕ

Измеритель добротности типа Е9-4 (черт. 1) предназначен для измерения с непосредственным отсчетом эффективной добротности катушек индуктивности. Прибор также находит широкое применение для измерения величины емкости и тангенса угла потерь конденсаторов, индуктивности катушек и т. д.

Прибор соответствует ГОСТ-9763-67 „Приборы электронные измерительные. Общие технические требования“.

По климатическим требованиям прибор относится к III группе ГОСТ 9763-67, по механическим — ко II группе ГОСТ 9763-67.

2. СОСТАВ КОМПЛЕКТА

Таблица 1

Обозначение	Наименование	К-во	Заводской номер	Примечание
2.728.000 Сп	Прибор типа Е9-4	1		
2.728.000 ТО	Техническое описание и инструкция по эксплуатации	1		
2.728.000 П	Паспорт	1		
4.073.006 Сп	Отвертка	1		
4.161.111 Сп	Ящик укладочный	1		

Продолжение таблицы 1

Обозначение	Наименование	К-во	Завод- ской номер	Примечание
4.775.001— 4.775.006	Комплект катушек ин- дуктивности из 6 штук	1		Катушки не являются эта- лонными мера- ми добротности
4.853.010Сп	Кабель питания З и П	1		
ТС3.301.000 ТУ1	Лампа 6НЗП	2		
ТС3.301.006 ТУ1	Лампа 6Н2П	2		
ЧТУ01.430-54	Лампа 2Д1С	4		
ТС3.390.004 ТУ	Лампа СГ1П	1		
ГОСТ 2204-65	Лампа МН 6,3-0,22	1		
6.394.008	Тросик	2		
НИО.481.017	Предохранитель ПМ1	2		

Примечание. В приборах, поставляемых с приемкой представителя заказчика лампы 6Н2П заменены на 6Н2П-Е.

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

3. 1. Диапазон частот генератора прибора от 50 кГц до 35 МГц разбит на 8 поддиапазонов:

- | | |
|--------------------|-------------------|
| 1. 50 — 130 кГц; | 5. 2,6 — 6,0 МГц; |
| 2. 130 — 350 кГц; | 6. 6,0 — 14 МГц; |
| 3. 350 — 950 кГц; | 7. 14 — 22 МГц; |
| 4. 0,95 — 2,6 МГц; | 8. 22 — 35 МГц. |

Перекрытие по частоте поддиапазонов генератора не менее 2%.

3. 2. Погрешность градуировки генератора по частоте в оцифрованных точках не превышает $\pm 1\%$.

3. 3. Диапазон непосредственного отсчета добротности от 5 до 600 единиц перекрывается тремя шкалами: 60, 200, 600.

3. 4. Погрешность измерения добротности не превышает:
— на шкале 60 (участок 20—60 ед.) — $\pm (0,05Q + 0,6)$ единиц;
— на шкале 200 (участок 50—200 ед.) — $\pm (0,04Q + 2)$ единиц;

Продолжение

Поз. обозн.	ГОСТ, ТУ, нормаль, чертеж	Наименование и тип	Основн. данные, номинал	К-во	Приме- чание
B1	ЕЕЗ.269.001 Сп	Переключатель диапазонов		1	
B2	УСО.460.049	Тумблер ТП1-2		1	
B5	ЕЕЗ.600.104 Сп	Переключатель		1	
B6	ЕЕЗ.600.103 Сп	.		1	
ИП1	ТУ-п ОПП.533.077- -61	Микроамперметр М24 кл. 1,0 Б. вертик.	100 мка	1	850 ом
ИП2	ТУ-п ОПП.533.077- -61	Микроамперметр М24 кл. 1,0 Б. вертик.	100 мка	1	850 ом
Д1-Д8	ГР3.215.108 ТУ2	Диод полупроводник. Д7Ж		8	
Пр1	НИО.481.017	Предохранитель Пм1	1 а	1	

Примечание. 1. В приборах, поставляемых с приемкой заказчика, все резисторы типа МЛТ заменены на резисторы ОМЛТ.
2. Возможна замена резисторов типа ППЗ-41 на резисторы ППЗ-20.
3. В приборах, поставляемых с приемкой заказчика, лампа 6Н2П заменена на 6Н2П-Е.

Продолжение

Поз. обозн.	ГОСТ, ТУ, нормаль, чертеж	Наименование и тип	Основн. данные, номин.	К-во	Примечание
C56	ГОСТ 7159-69 НОЖ0.005.002	Конденс. КД-2а-Н70- -6800 пф $\pm^{+50}_{-20}\%$ -3	6800 пф	1	
C58	ГОСТ 7159-69 НОЖ0.005.002	» КД-2а-Н70- -6800 пф $\pm^{+50}_{-20}\%$ -3	6800 пф	1	
C59	ГОСТ 7159-69 НОЖ0.005.002	» КД-2а-Н70- -6800 пф $\pm^{+50}_{-20}\%$ -3	6800 пф	1	
C60	ГОСТ 11155-65	» КСО-2-500-Б- -1000 $\pm 10\%$	1000 пф	1	
C61	ГОСТ 7159-69 НОЖ0.005.002	» КД-2а-Н70- -6800 пф $\pm^{+50}_{-20}\%$ -3	6800 пф	1	
C62	ГОСТ 7159-69 НОЖ0.005.002	» КД-2а-Н70- -6800 пф $\pm^{+50}_{-20}\%$ -3	6800 пф	1	
L 1	ЕЕ5.777.041	Катушка контурная		1	
L 2	ЕЕ5.777.042	» »		1	
L 3	ЕЕ5.777.043	» »		1	
L 4	ЕЕ5.775.003	» »		1	
L 5	ЕЕ5.777.045	» »		1	
L 6	ЕЕ5.777.046	» »		1	
L 7	ЕЕ5.777.047	» »		1	
L 8	ЕЕ5.777.048	» »		1	
L 9	ЕЕ5.775.153	» »		1	
L10	ЕЕ5.779.003	Корректирующая индуктивн.		1	
L11	ЕЕ5.775.004		Число витков от 0÷35	1	
Л 1	ТС3.301.000 ТУ1	Лампа 6НЗП		1	
Л 2	ТС3.301.000 ТУ1	Лампа 6НЗП		1	
Л 3	ЧТУ01.430-54	Лампа 2Д1С		1	
Л 4	ЧТУ01.430-54	Лампа 2Д1С		1	
Л 5	ТС3.301.006 ТУ1	Лампа 6Н2П		1	
Л 6	ТС3.301.006 ТУ1	Лампа 6Н2П		1	
Л 7	ТС3.390.004 ТУ1	Лампа СГ1П		1	
Л 8	ЧТУ01.430-54	Лампа 2Д1С		1	
Л 9	ЧТУ01.430-54	Лампа 2Д1С		1	
Л10	ГОСТ 2204-69	Лампа МН 6,3—0,22		1	
Тр1	ЕЕ4.704.026 Сп	Феррорезонансный трансф.		1	
Др-1	ЕЕ4.756.000 Сп	Дроссель		1	

— на шкале 600 (участок 150—400 ед.) — $\pm (0,04Q + 6)$ единиц.

Q — измеряемое значение добротности.

На частотах 15—25 Мгц при емкостях измерительного конденсатора 250—450 пф и на частотах 25—35 Мгц при емкостях 100—450 пф погрешность измерения добротности не превышает:

— на шкале 60 — $\pm (0,22Q + 0,6)$ единиц;

— на шкале 200 — $\pm (0,22Q + 2)$ единиц;

— на шкале 600 — $\pm (0,22Q + 6)$ единиц.

Q — измеряемое значение добротности.

На неуказанных участках шкал погрешность измерения не нормируется, измерения могут носить лишь сравнительный характер.

3. 5. Пределы измерения емкости основного конденсатора измерительного блока от 25 до 450 пф. Погрешность градуировки шкалы в оцифрованных точках не превышает:

— в пределах от 25 до 100 пф — ± 1 пф;

— в пределах от 100 до 450 пф — $\pm 1\%$.

3. 6. Шкала подстроечного конденсатора имеет пределы изменения емкости ± 3 пф. Погрешность градуировки шкалы — $\pm 0,3$ пф.

3. 7. Пределы измерения индуктивности с непосредственным отсчетом от 0,1 мкгн до 100 мгн.

3. 8. Нормальные условия эксплуатации прибора:

а) температура окружающей среды — $+20 \pm 5^\circ\text{C}$;

б) относительная влажность — $65 \pm 15\%$ при температуре $+20 \pm 5^\circ\text{C}$;

в) атмосферное давление — 750 ± 30 мм рт. ст.

3. 9. Рабочие условия эксплуатации прибора:

а) температура окружающей среды — от -10°C до $+40^\circ\text{C}$;

б) относительная влажность — до 90% при температуре $+25^\circ\text{C}$.

3. 10. Изменение показаний прибора от изменения температуры на каждые 10°C относительно показаний в нормальных условиях не должно превышать:

а) по добротности — $\pm 0,04 Q$;

б) по частоте — $\pm 1\%$;

в) по емкости измерительного — $\pm 0,5\%$ до 100 пф, конденсатора $\pm 0,8\%$ от 100 до 450 пф.

Q — измеряемое значение добротности.

3. 11. Изменение показаний прибора от изменения влажности до 90% при температуре $+25^{\circ}\text{C}$ относительно показаний в нормальных условиях не должно превышать:

- а) по добротности $-\pm 0,1Q$;
- б) по частоте $-\pm 3\%$;
- в) по емкости измерительного конденсатора $-\pm 1,5 \text{ пф}$ до 100 пф, $\pm 3\%$ от 100 до 450 пф

Q — измеряемое значение добротности.

3. 12. Габаритные размеры прибора $550 \times 330 \times 236 \text{ мм}$.

3. 13. Вес прибора не более 18 кг.

3. 14. Питание прибора осуществляется от сети $220 \text{ в} \pm 15\%$ с частотой $50 \text{ гц} \pm 1\%$. Мощность, потребляемая прибором от сети, не более 135 вa.

3. 15. Среднее время безотказной работы (T_{cp}) равно 500 часов.

4. КОНСТРУКЦИЯ

Конструктивно прибор выполнен в виде трех блоков: генераторного, измерительного и блока питания, совмещенного с генератором калибровки. В левой части прибора расположен генераторный блок, в правой — измерительный, в центре — блок питания.

В генераторном блоке на общей панели крепятся: переключатель диапазонов барабанного типа на 8 положений, переменный конденсатор и генераторная лампа. Отсчет частоты производится по прямолинейным шкалам, расположенным на отсчетном барабане.

Настройка на нужную частоту производится верньерным устройством. Для плавной расстройки частоты применен вспомогательный верньер с замедлением 1/4.

Измерительный блок собран на отдельном основании и включает в себя: измерительный конденсатор с верньерным устройством, емкостной делитель связи, оба ламповых вольтметра и емкостной делитель лампового вольтметра. Непосредственно к измерительному конденсатору крепится клеммная колодка, расположенная на крышке прибора.

Особенностью измерительного конденсатора является гребенчатый токосъем, снижающий индуктивность конденсатора и потери на высоких частотах. Для уменьшения

Продолжение

Поз. обозн.	ГОСТ, ТУ, нормаль, чертеж	Наименование и тип	Основн. данные, номин.	К-во	Примечание
C22*	ГОСТ 7159-69 НОЖ0.005.002	Конденс. КТ-2-М47-18 пф $\pm 5\%-3$	18 пф	1	10÷22 пф Не более 18 пф
C23*	ГОСТ 7159-69 НОЖ0.005.002	» КТ-2-М47-12 пф $\pm 5\%-3$	12 пф	1	
C24	ГОСТ 11155-65	» КСО-1-250-Б- -200 $\pm 10\%$	200 пф	1	10÷22 пф
C25*	ГОСТ 7159-69 НОЖ0.005.002	» КТ-1-М47-15 пф $\pm 10\%-3$	15 пф	1	
C26*	ГОСТ 7159-69 НОЖ0.005.002	» КТ-1-М47-22 пф $\pm 10\%-3$	22 пф	1	18÷22 пф
C27	ГОСТ 11155-65	» КСО-1 250-Г- -100 $\pm 10\%$	100 пф	1	
C28*	ГОСТ 7159-69 НОЖ0.005.002	» КТ-2-М47-7,5 пф $\pm 5\%-3$	7,5 пф	1	Не более 12 пф
C29	ЕЕ4.656.002 Сп	Блок конд. перем. емкости	7÷122 пф	1	
C30	ЕЕ4.656.002 Сп	Блок конд. перем. емкости	13÷396 пф	1	
C31	ГОСТ 7112-54	Конденс. МБГП-2-1000-А-1-П	1 мкф	1	
C32	ГОСТ 7112-54	Конденс. МБГП-2-1000-Б-2-П	2 мкф	1	
C33	ОЖ0.460.021 ТУ	» КТП-1Аа-3300 $\pm 10\%$	3300 пф	1	
C34	ОЖ0.460.021 ТУ	» КТП-1Аа-3300 $\pm 10\%$	3300 пф	1	
C36	ГОСТ 11155-65	» КСО-1-250-Б- -680 $\pm 10\%$	680 пф	1	
C37	ГОСТ 11155-65	» КСО-1-250-Б- -680 $\pm 10\%$	680 пф	1	
C38	ГОСТ 11155-65	» КСО-1-250-Б- -470 $\pm 10\%$	470 пф	1	
C39	ГОСТ 9687-61 НОЖ0.005.002	» БМ-2-200-0,015 $\pm 10\%$	15000 пф	1	
C40	ЕЕ6.624.612	Слюдяной конд. спец. изгот.	10000 пф	1	
C41*	ГОСТ 11155-65	Конденс. КСО-1-250-Г- -100 $\pm 10\%$	100 пф	1	90÷110 пф
C42	ЕЕ4.656.000 Сп	Подстроечн. конденсатор	6 пф	1	
C43	ЕЕ4.656.001 Сп	Блок конд. перем. емкости	24÷480 пф	1	
C44	ЕЕ4.656.001 Сп	Конд. воздушн. спец. констр.	2 пф	1	
C45	ЕЕ4.656.001 Сп	Конденс. подстроечн. воздушн.	10 пф	1	Не более 7,5 пф
C48*	ГОСТ 7159-69 НОЖ0.005.002	Конденс. КТ-2-М47-5,1 пф $\pm 5\%-3$	5,1 пф	1	
C50	ОЖ0.464.042 ТУ	» К-50-3-300-30	30 мкф	1	
C51	ОЖ0.460.021 ТУ	» КТП 2Аа-100 $\pm 10\%$	100 пф	1	
C52	ОЖ0.460.021 ТУ	» КТП-2Аа-100 $\pm 10\%$	100 пф	1	
C53	ОЖ0.464.088 ТУ	» КЭ-2-50-30-М	30 мкф	1	
C54	ОЖ0.464.042 ТУ	» К50-3-300-30	30 мкф	1	
C55	ГОСТ 7159-69 НОЖ0.005.002	» КД-2а-Н70- -6800 пф $\pm 5\%$ $\pm 20\%$ -3	6800 пф	1	

Поз. обозн.	ГОСТ, ТУ, нормаль, чертеж	Наименование и тип	Основн. данные, номин.	К-во	Примечание
R49	ОЖ0.468.503 ТУ	Резистор ППЗ-41 3,3 ком 10%	3,3 ком	1	
R50	ОЖ0.468.502 ТУ	Потенц. ППЗ-11-20 ком $\pm 10\%$	20 ком	1	
R51	ГОСТ 10686-63	Резист. КЛМ-1-47 М $\pm 10\%$	47 М	1	
R52	ОЖ0.468.502 ТУ	Потенц. ППЗ-12-1,0 ком $\pm 10\%$	1,0 ком	1	
R53	ГОСТ 7113-66	Резист. МЛТ-0,5-62 ком $\pm 10\%$	62 ком	1	
R54	ГОСТ 7113-66	» МЛТ-0,5-62 ком $\pm 10\%$	62 ком	1	
R55	ОЖ0.468.502 ТУ	Потенц. ППЗ-12-1,0 ком $\pm 10\%$	1,0 ком	1	
R56	ГОСТ 10686-63	Резист. КЛМ-1-47 М $\pm 10\%$	47 М	1	
R57	ГОСТ 10686-63	» КЛМ-1-100 М $\pm 10\%$	100 М	1	
R58	ГОСТ 10686-63	» КЛМ-1-100 М $\pm 10\%$	100 М	1	
C 1	ОЖ0.460.008 ТУ	Конденс. КПК-1-4/15	4/15 пф	1	
C 2	ОЖ0.460.008 ТУ	» КПК-1-2/7	2/7 пф	1	
C 3	ОЖ0.460.008 ТУ	» КПК-1-2/7	2/7 пф	1	
C 4	ОЖ0.460.008 ТУ	» КПК-1-4/15	4/15 пф	1	
C 5	ОЖ0.460.008 ТУ	» КПК-1-4/15	4/15 пф	1	
C 6	ОЖ0.460.008 ТУ	» КПК-1-4/15	4/15 пф	1	
C 7	ОЖ0.460.008 ТУ	» КПК-1-4/15	4/15 пф	1	
C 8	ОЖ0.460.008 ТУ	» КПК-1-4/15	4/15 пф	1	
C 9*	ГОСТ 7159-69 НОЖ0.005.002	» КТ-2-М47-8,2 пф $\pm \pm 5\% -3$	8,2 пф	1	Не более 15 пф
C10	ГОСТ 11155-65	» КСО-1-250-Б-680 $\pm 10\%$	680 пф	1	
C11*	ГОСТ 7159-69 НОЖ0.005.002	» КТ-2-М47-9,1 пф $\pm \pm 5\% -3$	9,1 пф	1	Не более 15 пф
C12	ГОСТ 11155-65	» КСО-1-250-Б-680 $\pm 10\%$	680 пф	1	
C13*	ГОСТ 7159-69 НОЖ0.005.002	» КТ-2-М47-9,1 пф $\pm \pm 5\% -3$	9,1 пф	1	Не более 15 пф
C14	ГОСТ 11155-65	» КСО-1-250-Б-680 $\pm 10\%$	680 пф	1	
C15*	ГОСТ 7159-69 НОЖ0.005.002	» КТ-2-М47-9,1 пф $\pm \pm 5\% -3$	9,1 пф	1	Не более 15 пф
C16	ГОСТ 11155-65	» КСО-1-250-Б-680 $\pm 10\%$	680 пф	1	
C17*	ГОСТ 7159-69 НОЖ0.005.002	» КТ-2-М47-10 пф $\pm \pm 5\% -3$	10 пф	1	Не более 15 пф
C18	ГОСТ 11155-65	» КСО-1-250-Б-470 $\pm 10\%$	470 пф	1	
C19*	ГОСТ 7159-69 НОЖ0.005.002	» КТ-2-М47-12 пф $\pm \pm 5\% -3$	12 пф	1	8,2 ÷ 15 пф
C20*	ГОСТ 7159-69 НОЖ0.005.002	» КТ-2-М47-12 пф $\pm \pm 5\% -3$	12 пф	1	Не более 18 пф
C21	ГОСТ 11155-65	» КСО-1-250-Б-360 $\pm 10\%$	360 пф	1	

потерь в конденсаторе используется высокочастотный ди-электрик — фторопласт и высокочастотная керамика.

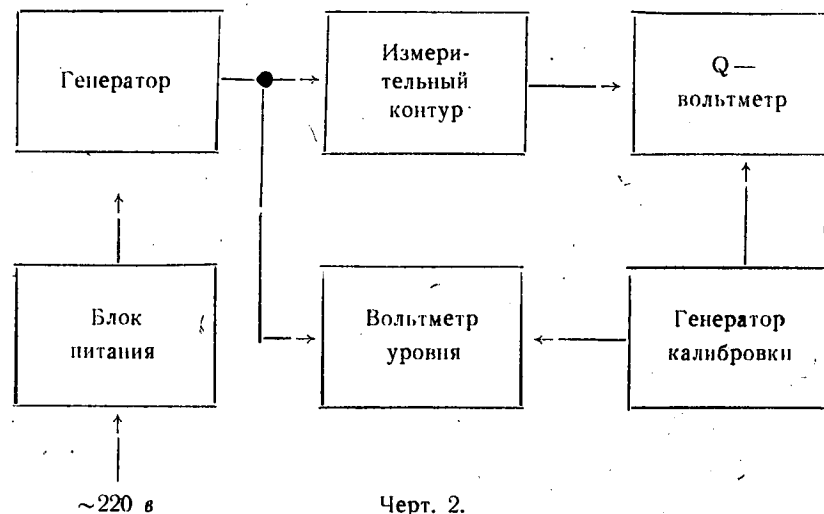
Пластины конденсатора посеребрены. На одной оси с измерительным конденсатором расположен конденсатор делителя лампового вольтметра (С44).

Блок питания смонтирован на отдельном шасси. На этом шасси расположены феррорезонансный стабилизатор, выпрямитель и генератор калибровки.

Кожух прибора имеет съемную крышку.

5. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ И ОПИСАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СХЕМЫ

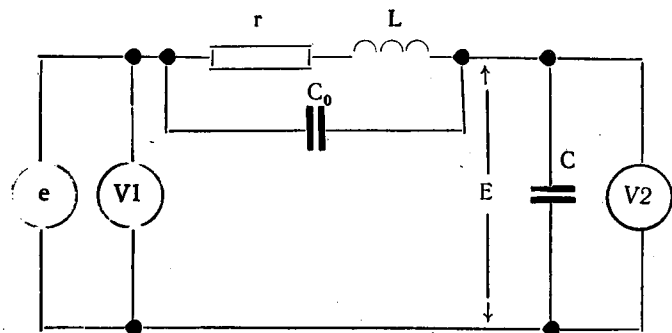
Блок-схема прибора приведена на черт. 2.



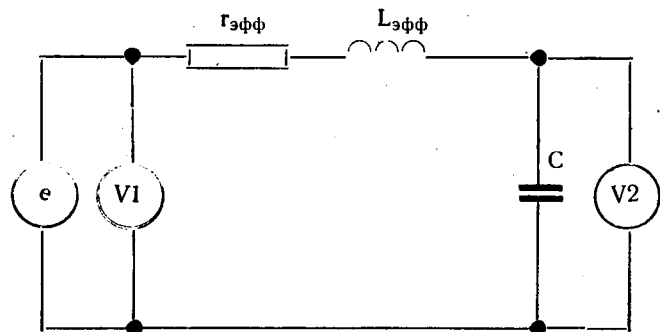
Измерительный контур представляет собой последова-тельный колебательный контур, состоящий из катушки ин-дуктивности L и конденсатора C . В контур вводится напря-жение, снимаемое с генератора. Катушку индуктивности можно рассматривать как контур (черт. 3), состоящий из L ; r и C_0 , где C_0 — собственная емкость катушки.

Катушка может быть представлена в виде эквивалент-ных параметров $r_{эфф}$ и $L_{эфф}$ (черт. 4).

ПЕРЕЧЕНЬ ЭЛЕМЕНТОВ



Черт. 3.



Черт. 4.

Измерения на приборе позволяют определить эффективную добротность катушки индуктивности.

$$Q_{эфф} = \frac{\omega L_{эфф}}{r_{эфф}} \quad (1)$$

или отношение $\frac{E}{e} = Q_{эфф}$,

где e — напряжение генератора, вводимое в контур. Измеряется вольтметром уровня ($V1$);

E — напряжение на реактивном элементе контура при резонансе. Измеряется Q — вольтметром ($V2$).

При резонансе ток в контуре равен (при условии, что активным сопротивлением конденсатора можно пренебречь):

$$I = \frac{e}{r_{эфф}}.$$

Поз. обозн.	ГОСТ, ТУ, нормаль, чертёж	Наименование и тип	Основн. данные, номин.	К-во	Примечание
R 1	ГОСТ 7113-66	Резистор МЛТ-0,5-51 ком ± 10%	51 ком	1	
R 2	ГОСТ 7113-66	» МЛТ-0,5-51 ком ± 10%	51 ком	1	
R 3	ГОСТ 7113-66	» МЛТ-0,5-20 ком ± 10%	20 ком	1	
R 4	ГОСТ 7113-66	» МЛТ-0,5-15 ком ± 10%	15 ком	1	
R 5	ГОСТ 7113-66	» МЛТ-0,5-5,1 ком ± 10%	5,1 ком	1	
R 6	ГОСТ 7113-66	» МЛТ-0,5-5,1 ком ± 10%	5,1 ком	1	
R 7	ГОСТ 7113-66	» МЛТ-0,5-3,6 ком ± 10%	3,6 ком	1	
R 8	ГОСТ 7113-66	» МЛТ-0,5-3,6 ком ± 10%	3,6 ком	1	
R 9	ОЖ0.467.062 ТУ	» БЛП-0,1-10 ом 1%	10 ом	1	
R10	ГОСТ 7113-66	» МЛТ-1-220 ком ± 10%	220 ком	1	
R11	ГОСТ 7113-66	» МЛТ-0,5-27 ком ± 10%	27 ком	1	
R13	ОЖ0.467.062 ТУ	» БЛП-0,1-680 ом 0,5%	680 ом	1	
R14	ОЖ0.467.062 ТУ	» БЛП-0,1-470 ом 0,5%	470 ом	1	
R15	ОЖ0.467.062 ТУ	» БЛП-0,1-2,4 ком 0,5%	2,4 ком	1	
R16	ОЖ0.467.062 ТУ	» БЛП-0,1-560 ом 0,5%	560 ом	1	
R17	ОЖ0.467.062 ТУ	» БЛП-0,1-750 ом 0,5%	750 ом	1	
R18	ОЖ0.467.062 ТУ	» БЛП-0,1-750 ом 0,5%	750 ом	1	
R19	ОЖ0.467.062 ТУ	» БЛП-0,1-390 ом 0,5%	390 ом	1	
R20*	ОЖ0.467.062 ТУ	» БЛП-0,1-240 ом 0,5%	240 ом	1	R19:R20 /620÷645 ом
R21÷ R28	ГОСТ 7113-66	» МЛТ-0,5-100 ком ± 10%	100 ком	8	
R30	ГОСТ 10686-63	» КЛМ-1-100 М ± 10%	100 М	1	
R31	ГОСТ 10686-63	» КЛМ-1-100 М ± 10%	100 М	1	
R32	ГОСТ 7113-66	» МЛТ-2-300 ом ± 10	300 ом	1	
R34	ГОСТ 10686-63	» КЛМ-1-47 М ± 10%	47 М	1	
R35	ГОСТ 10686-63	» КЛМ-1-47 М ± 10%	47 М	1	
R36	ГОСТ 7113-66	» МЛТ-2-1 ком ± 10%	1 ком	1	
R37	ОЖ0.468.502 ТУ	Потенц. ППЗ-11-1,5 ком ± 10%	1,5 ком	1	
R38	ГОСТ 7113-66	Резист. МЛТ-0,5-62 ком ± 10%	62 ком	1	
R39	ГОСТ 7113-66	» МЛТ-0,5-62 ком ± 10%	62 ком	1	
R40	ОЖ0.468.502 ТУ	Потенц. ППЗ-11-1,5 ком ± 10%	1,5 ком	1	
R41	ГОСТ 7113-66	Резист. МЛТ-0,5-62 ком ± 10%	62 ком	1	
R42	ГОСТ 7113-66	» МЛТ-0,5-16 ком ± 10%	16 ком	1	
R43	ГОСТ 7113-66	» МЛТ-0,5-510 ом ± 10%	510 ом	1	
R44	ГОСТ 7113-66	» МЛТ-0,5-62 ком ± 10%	62 ком	1	
R45	ЕЕ4.685.034	Потенц. 20 ком ± 10% - 3 Вт Черт. Е6.73.1007	20 ком	1	
R46	ГОСТ 7113-66	Резист. МЛТ-2-10 ком ± 10%	10 ком	1	
R47	ОЖ0.468.503 ТУ	» ППЗ-41 20 ком 10%	20 ком	1	
R48	ОЖ0.468.503 ТУ	» ППЗ-41 6,8 ком 10%	6,8 ком	1	

Намоточные данные дросселя Др1

Марка провода	Диаметр провода (мм)	Число витков
ПЭЛ	0,1	2000

Перечень элементов, имеющих ограниченный срок службы

Поз. обозн.	ГОСТ, ТУ, нормаль, чертеж	Наименование и тип	Долговечность (часов)	К-во	Примечание
Л3	ЧТУ 01.430-54	Лампа 2Д1С	400	1	
Л4	ЧТУ 01.430-54	Лампа 2Д1С	400	1	
Л8	ЧТУ 01.430-54	Лампа 2Д1С	400	1	
Л9	ЧТУ 01.430-54	Лампа 2Д1С	400	1	

Напряжение на конденсаторе С:

$$E = \frac{e}{\omega C_{гэфф}}.$$

При резонансе:

$$\frac{1}{\omega C} = \omega L_{эфф}; \quad \frac{E}{e} = \frac{1}{\omega C_{гэфф}} = \frac{\omega L_{эфф}}{r_{эфф}} = Q_{эфф}.$$

Принцип действия измерителя добротности заключается в измерении напряжения, вводимого в контур (е), и напряжения на реактивном элементе контура при резонансе (Е). При $e = \text{const}$ показания Q — вольтметра, измеряющего напряжение Е, пропорциональны $Q_{эфф}$, и его шкала может быть проградуирована в единицах добротности.

Величину истинной добротности Q можно получить по формулам:

$$Q = \frac{Q_{эфф}}{1 - \omega^2 LC_0} \quad (2) \quad \text{или} \quad Q = Q_{эфф} \frac{C_1 + C_0}{C_1}, \quad (3)$$

где ω — частота, на которой производится измерение;

C_0 — собственная емкость катушки;

L — индуктивность;

C_1 — емкость конденсатора, при которой измерена $Q_{эфф}$.

Практически расхождение между Q и $Q_{эфф}$ не превышает 5—10% при измерениях с минимальной емкостью измерительного конденсатора.

Принципиальная схема прибора включает:

- генератор;
- измерительный контур;
- вольтметр уровня;
- ламповый Q — вольтметр;
- генератор колебровки с делителем напряжения;
- блок питания.

Генератор собран на лампе Л1 (6НЗП) по трехточечной схеме с заземленным анодом, связь с нагрузкой емкостная. В контуре генератора применен сдвоенный переменный конденсатор (С29, С30), секции которого на первых четырех поддиапазонах включены параллельно, на 5 и 6 поддиапазонах включена секция большой емкости (С30), а на 7 и 8 поддиапазонах — секция малой емкости (С29). Уровень выходного напряжения генератора устанавливается потенцио-

метром R45 по вольтметру уровня путем изменения анодного напряжения на генераторной лампе.

Напряжение, снимаемое с генератора, экранированным кабелем через емкостной делитель связи C40, C41 вводится в измерительный контур, состоящий из катушки индуктивности и измерительного конденсатора C43.

Параллельно измерительному конденсатору подключен подстроечный конденсатор C42, позволяющий производить расстройку контура на ± 3 пф.

Индуктивностью контура является измеряемая катушка L_x или катушка из придаваемого к прибору комплекта.

Емкостной делитель связи C40, C41 имеет равномерную частичную характеристику во всем рабочем диапазоне частот. Это достигается специальной конструкцией конденсатора C40, индуктивность которого сведена до минимума. Для компенсации остаточной индуктивности этого конденсатора последовательно с конденсатором C41 включена небольшая индуктивность L_{10} порядка 30 см, конструктивно выполненная в виде линии. Индуктивность линии регулируется перемычкой. Конденсатор C41, индуктивность L_{10} и входная часть лампового вольтметра уровня экранированы.

Напряжение на входе емкостного делителя связи и на контуре измеряется ламповыми вольтметрами — вольтметром уровня и Q — вольтметром.

Вольтметр уровня собран по схеме диодного детектирования на лампах Л4 (2Д1С) — диодный детектор, Л6 (6Н2П) — усилитель постоянного тока, Л9 (2Д1С) — компенсирующий диод.

Усилитель постоянного тока собран по мостовой схеме с измерительным прибором в диагонали. Для грубой установки нуля вольтметра служит потенциометр R40. Плавная установка нуля производится потенциометром R55, ось которого выведена на переднюю панель. Для расширения предела измерения на катод лампы Л6 подается отрицательное смещение.

Для повышения стабильности нуля вольтметра в сетку правой лампы моста включен компенсирующий диод (Л9).

Q — вольтметр, измеряющий напряжение на контуре, собран по аналогичной схеме на лампах Л3 (2Д1С), Л5 (6Н2П) и Л8 (2Д1С). Этот вольтметр имеет три предела измерения, соответствующие трем диапазонам измерения добротности: 0÷60; 0÷200; 0÷600. Для повышения входного сопротивле-

Продолжение приложения 2

- Примечания. 1. Сопротивления измерены ламповым вольтметром ВК7—9.
2. Ручки „НУЛЬ Q“, „УРОВЕНЬ“, „НУЛЬ УРОВНЯ“ должны находиться в крайнем правом положении.
3. Положение переключателя В5 при измерении сопротивлений следующее:
а) положение „ИЗМЕРЕНИЕ“ — для лампы Л1;
б) положение „КАЛИБРОВКА“ — для лампы Л2;
в) положение „УСТ. НУЛЯ“ — для лам Л3 — Л9.
4. Переключатель „ШКАЛЫ Q“ должен находиться в положении „60“.
5. Величины сопротивлений даны с погрешностью $\pm 20\%$.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Таблица намоточных данных феррорезонансного трансформатора Тр1

Обмотка	Первичная				Вторичная		
	15—13	13—12	12—11	11—9	3—4	1—2	5—6
Марка провода	ПЭЛ	ПЭЛ	ПЭЛ	ПЭЛ	ПЭЛ	ПЭЛ	ПЭЛ
Диаметр провода (мм)	0,51	0,51	0,51	0,51	0,16	0,93	1,0
Число витков	2000	50	50	50	2500	31	86
Тип намотки	Рядовая				Рядовая		

Карта сопротивлений к прибору

Величины сопротивлений относительно корпуса, ом											
Поз. обозн.	Тип лампы	Поддиапазон	Номера лепестков ламповых панелей								
			/ 1	2	3	4	5	6	7	8	9
Л1	6НЗП	1	0	60	51·10 ³	3·10 ³	0	3·10 ³	51·10 ³	60	0
		2	0	10	51·10 ³	3·10 ³	0	3·10 ³	51·10 ³	10	0
		3	0	2	19·10 ³	3·10 ³	0	3·10 ³	19·10 ³	2	0
		4	0	2	14·10 ³	3·10 ³	0	3·10 ³	14·10 ³	2	0
		5	0	0	5·10 ³	3·10 ³	0	3·10 ³	5·10 ³	0	0
		6	0	0	5·10 ³	3·10 ³	0	3·10 ³	5·10 ³	0	0
		7	0	0	3,6·10 ³	3·10 ³	0	3·10 ³	3,6·10 ³	0	0
		8	0	0	3,5·10 ³	3·10 ³	0	3·10 ³	3,5·10 ³	0	0
Л2	6НЗП		0	55	26·10 ³	3·10 ³	0	3·10 ³	26·10 ³	55	0
Л3	2Д1С		0	0,6·10 ³	0						
Л4	2Д1С		0	5·10 ³	0						
Л5	6Н2П		2,4·10 ³	130·10 ⁶	34·10 ³	0	0	2,4·10 ³	140·10 ³	33·10 ³	0
Л6	6Н2П		2,4·10 ³	140·10 ⁶	45·10 ³	0	0	2,4·10 ³	130·10 ³	45·10 ³	0
Л7	СГ1П		0	0	0			2,4·10 ³			
Л8	2Д1С		0	0	0						
Л9	2Д1С		0	0	0						

ния вольтметр подключается к измерительному контуру через емкостной делитель С44, С45.

Для компенсации общей частотной погрешности ламповых вольтметров в вольтметре уровня введена корректирующая цепочка, состоящая из индуктивности L11 и емкости С48.

В приборе имеется цепь калибровки, состоящая из генератора фиксированной частоты 50 кГц, собранного на лампе Л2 (6НЗП) по схеме, аналогичной диапазонному генератору и делителя напряжения R13÷R20.

В положении переключателя В5 „КАЛИБРОВКА“ напряжение генератора калибровки через делитель напряжения подается одновременно на оба вольтметра, при этом показания Q — вольтметра корректируются по вольтметру уровня с помощью потенциометров R47÷R49, выведенных на переднюю панель. Благодаря этому отношение чувствительностей вольтметров, пропорциональное добротности, остается неизменным.

Напряжение питания прибора стабилизируется ферро-резонансным стабилизатором. Выпрямитель выполнен на полупроводниковых диодах Д1÷Д8 (Д7Ж). Для стабилизации выпрямленного напряжения применен стабилитрон Л7 (СГ1П).

Б. ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

6. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

6. 1. Повторная упаковка.

Транспортирование прибора должно производиться только в укладочных ящиках и транспортной таре. При загрузке на транспортные средства и разгрузке их нельзя кантовать и бросать. При транспортировании ящики должны быть надежно укреплены на транспортных средствах.

Повторная упаковка прибора при транспортировании должна производиться в следующей последовательности:

— переключатель прибора „ШКАЛЫ Q“ ставится в положение „ВЫКЛ.“;

— прибор обертывается пергаментной бумагой и совместно с эксплуатационной документацией укладывается в укладочный ящик;

— свободные места между прибором и укладочным ящиком заполняются прокладкой из гофрированного картона;

— после этого укладочный ящик плотно закрывается и пломбируется;

— затем укладочный ящик помещается в транспортный ящик;

— внутри транспортный ящик должен быть выстлан влагостойкой битумной или дегтевой бумагой таким образом, чтобы концы ее были выше краев транспортного ящика на величину, большую половины длины и ширины ящика;

— для амортизации пространство между стенками транспортного ящика и наружными стенками укладочного ящика должно быть плотно заполнено древесной стружкой;

— упаковочный лист заполняется согласно упакованным изделиям и ложится на стружку под влагостойкую бумагу;

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Карта рабочих режимов ламп прибора

Поз. обозн.	Тип лампы	Величины напряжений относительно корпуса, вольт								
		Номера лепестков ламповых панелей								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Л1	6НЗП	0			+ (80—120)		+ (80—120)			~6,3±5%
Л2	6НЗП	0			+ (80—120)		+ (80—120)			~6,3±5%
Л3	2Д1С	0	0	~2±5%						
Л4	2Д1С	0	0	~2±5%						
Л5	6Н2П	+150		+1	0	~6,3±5%	+150		+1	
Л6	6Н2П	+150		+1	0	~6,3±5%	+150		+1	
Л7	СГ1П					+150		0		
Л8	2Д1С	0	0	~2±5%						
Л9	2Д1С	0	0	~2±5%						

Примечания.

1. Напряжение на конденсаторе С53=—(30±5) вольт.
2. Анодные напряжения ламп Л1 и Л2 измерены при установке вольтметра уровня на красную риску.
3. Постоянные напряжения даны с точностью ±10%.

— верхний слой древесной стружки закрывается свисающими концами влагостойкой бумаги, после чего прибивается крышка транспортного ящика;

— на боковых стенках транспортного ящика должна быть нанесена черной несмывающейся краской следующая маркировка:

а) слева внизу — изображение „зонтика“;

б) справа — изображение „рюмки“;

в) над рюмкой — надпись „ВЕРХ“ и изображение стрелы, направленной к крышке ящика;

г) посредине боковых стенок транспортного ящика — надписи: „ОСТОРОЖНО“, „НЕ КАНТОВАТЬ“, ТОЧНЫЕ ПРИБОРЫ“;

— на крышке транспортного ящика должны быть нанесены надписи: „ВЕРХ“, „ОСТОРОЖНО“, „НЕ КАНТОВАТЬ“.

Упаковка должна производиться в закрытых помещениях при температуре воздуха от $+15$ до $+35^{\circ}\text{C}$ и при относительной влажности до 80%. В воздухе не должно быть вредных примесей.

Предприятие-изготовитель не несет ответственности за выход прибора из строя в процессе эксплуатации по причине плохой повторной упаковки и транспортирования.

6. 2. Приведение прибора в состояние готовности к эксплуатации.

По получении прибора необходимо:

а) проверить состав комплекта в соответствии с паспортом;

б) произвести внешний осмотр состояния комплекта и проверить наличие пломб;

7. УКАЗАНИЯ ПО РАБОТЕ

7. 1. Меры безопасности.

7. 1. 1. При работе с прибором обслуживающий персонал должен выполнять общие правила работы с электрическими установками.

7. 1. 2. Лица, допущенные к работе с прибором, должны иметь соответствующую квалификацию и подготовку.

7. 2. Расположение органов управления.

На левой стороне лицевой панели размещены:

- ручка переключателя диапазонов частот „ДИАПАЗОНЫ“;
- ручка плавной настройки частоты „ЧАСТОТА“;
- тумблер „СЕТЬ“;
- переключатель „ИЗМЕРЕНИЕ“, „УСТ. НУЛЯ“, „КАЛИБРОВКА“ (В5);
- потенциометры калибровки шкал 600, 200, 60, выведенные под шлиц.

Справа помещаются:

- ручка измерительного конденсатора „ЕМКОСТЬ, рF“ и совмещенная с ней ручка подстроечного конденсатора „ΔС, рF“;
- переключатель диапазонов измерения добротности „ШКАЛЫ Q“.

В центре под стрелочными приборами находятся:

- ручка установки уровня „УРОВЕНЬ“;
- ручка установки нуля вольтметра уровня „НУЛЬ УРОВНЯ“;
- ручка установки нуля Q — вольтметра „НУЛЬ Q“.

7. 3. Подготовка к измерениям.

Переключатель В5 поставить в положение „УСТ. НУЛЯ“, ручку „УРОВЕНЬ“ — в крайнее левое положение. Шнур питания присоединить к фишке на задней стенке прибора и включить вилку в сеть. Включить тумблер „СЕТЬ“, при этом должна загореться индикаторная лампочка.

После 15-минутного прогрева переключатель „ШКАЛЫ Q“ поставить в положение „60“. Ручками „НУЛЬ Q“ и „НУЛЬ УРОВНЯ“ установить нули ламповых вольтметров.

Если прибор находился некоторое время в условиях повышенной влажности, необходимо выдержать его в нормальных условиях (температура $20 \pm 5^\circ\text{C}$, относительная влажность $65 \pm 15\%$, давление 750 ± 30 мм рт. ст.) в течение 24 часов и прогреть его перед измерениями в течение 60 мин. При работе в условиях повышенной влажности до 90% прибор прогреть перед измерениями в течение 60 мин.

ПРИЛОЖЕНИЯ

При длительном хранении целесообразно подвергнуть прибор консервации. Консервация заключается в том, что все части прибора, подвергающиеся коррозии, смазываются техническим вазелином или смазкой АФ-70. После этого прибор помещается в укладочный ящик, который плотно закрывается и пломбируется.

Если этими ручками нули вольтметров не устанавливаются, то необходимо подрегулировать потенциометры „НУЛЬ Q“ и „НУЛЬ УРОВНЯ“ (грубо), шлицы которых выведены на заднюю стенку.

Перевести переключатель В5 в положение „КАЛИБРОВКА“. Ручкой „УРОВЕНЬ“ установить стрелку вольтметра „УРОВЕНЬ“ на красную риску, а потенциометром с гравировкой „60“, ручка которого выведена под шлиц на переднюю панель, установить стрелку Q — вольтметра на конечную риску шкалы 60.

Для контроля повторить операцию установки нуля и калибровки. Таким же методом установить нули вольтметров и откалибровать шкалы 200 и 600, регулируя соответственно потенциометрами с гравировкой „200“ и „600“. Переключатель В5 поставить в положение „ИЗМЕРЕНИЕ“. Прибор готов к измерениям.

7. 4. Проведение измерений.

Измерение добротности катушек.

Присоединить измеряемую катушку к клеммам „L_x“ на крышке прибора. Переключатель „ШКАЛЫ Q“ поставить в положение „600“.

Ручками „ДИАПАЗОНЫ“ и „ЧАСТОТА“ установить частоту, на которой должна быть замерена добротность катушки.

Ручкой „УРОВЕНЬ“ поставить стрелку прибора „УРОВЕНЬ“ на красную риску и поддерживать ее в этом положении во время измерений.

Вращая ручку измерительного конденсатора „ЕМКОСТЬ, pF“ и совмещенную с ней ручку подстроечного конденсатора „ΔC, pF“, настроить контур в резонанс по максимуму отклонения Q — вольтметра и отсчитать величину Q по его шкале, указанной переключателем „ШКАЛЫ Q“. Если отсчет лежит в начальной части шкалы, переключатель „ШКАЛЫ Q“ следует перевести на меньший предел. При переходе на другую шкалу нужно проверить и в случае необходимости установить нуль Q — вольтметра.

По окончании измерений переключатель „ШКАЛЫ Q“ поставить в положение „ВЫКЛ.“.

Измерение добротности методом расстройки контура

Этот метод состоит в измерении полосы пропускания контура и использует зависимость добротности контура от его полосы пропускания.

Метод расстройки частоты

Подключить измеряемую катушку к клеммам „L_x“. К двум левым клеммам подключить волномер. Настроить контур в резонанс на требуемой частоте f_0 с помощью конденсатора измерительного контура, заметив при этом значение добротности Q .

Расстраивая частоту генератора ручкой плавной расстройки частоты, добиться показания вольтметра 0,5Q. Волномером измерить частоту f_1 , затем расстроить частоту в противоположную сторону и измерить частоту f_2 .

Добротность контура определяется по формуле:

$$Q = \frac{f_0}{f_2 - f_1}; \quad \overline{3} = \frac{f_0}{2\Delta f}; \quad \overline{3} \quad (4)$$

Методом расстройки частоты определяется истинное значение добротности контура.

Метод расстройки емкости.

Настроить контур в резонанс. Заметить значение емкости и добротности. Затем подстроечным конденсатором расстроить контур в обе стороны от резонанса до получения показаний вольтметра 0,5 Q в каждом случае, замечая емкость расстройки C_1 и C_2 . Добротность определяется по формуле:

$$Q = \frac{C_2}{\Delta C} \sqrt{\overline{3}}, \quad (5)$$

где

$$\Delta C = \frac{\Delta C_1 + \Delta C_2}{2}; \quad C_2 = \frac{C \cdot 10^4}{C + 10^4}; \quad \Delta C \text{ и } C \text{ в } \text{пф}.$$

Метод расстройки емкости дает эффективное значение добротности.

Измерение добротности контуров.

Конденсатор измеряемого контура подключить к клеммам „C_x“, а катушку индуктивности контура к клеммам „L_x“. Шкалу измерительного конденсатора установить на мини-

Погрешность градуировки шкалы измерительного конденсатора определяется по формуле:

$$\Delta C = C - C_d \text{ (пф) для емкости до 100 пф,}$$

$$\delta C = \frac{C - C_d}{C_d} \cdot 100\% \text{ для емкости от 100 до 450 пф,}$$

где C_d — действительное значение емкости измерительного конденсатора в оцифрованных отметках шкалы;
 C — значение емкости измерительного конденсатора, отсчитанное по его шкале.

10. 2. 8. Погрешность градуировки шкалы подстроечного конденсатора определяется с помощью измерителя емкости при емкости измерительного конденсатора 25 пф на всех оцифрованных отметках шкалы подстроечного конденсатора.

Величина емкости подстроечного конденсатора определяется по формуле:

$$C_d = C_2 - C_1 \text{ (пф)},$$

где C_1 — показание измерителя емкости при установке подстроечного конденсатора на нулевую отметку, а измерительного — на отметку 25 пф;

C_2 — показание измерителя емкости при установке подстроечного конденсатора на любую оцифрованную отметку, а измерительного — на отметку 25 пф.

Погрешность градуировки шкалы подстроечного конденсатора определяется по формуле:

$$\Delta C = C - C_d \text{ (пф)},$$

где C_d — действительное значение емкости подстроечного конденсатора в оцифрованных отметках шкалы;
 C — значение емкости подстроечного конденсатора, отсчитанное по его шкале.

11. ХРАНЕНИЕ

Приборы могут храниться без упаковки на стеллажах или столах в закрытом вентилируемом помещении при температуре окружающего воздуха от +10 до +35°C, относительной влажности (при температуре +20 ± 5°C) до 80%.

В помещении для хранения не должно быть пыли, паров, кислот, щелочей, а также газов, вызывающих коррозию.

где Q_d — действительное значение меры добротности, указанное в свидетельстве;

Q — измеренное значение добротности.

Примечание. Перед проверкой основной погрешности измерения добротности необходимо промыть спиртом колодку с клеммами для подключения измеряемых элементов.

10. 2. 6. Основная погрешность градуировки генератора по частоте определяется с помощью измерителя частоты, который подключается к левым клеммам на крышке прибора. Переключатель В5 поверяемого прибора должен находиться в положении „ИЗМЕРЕНИЕ“, а стрелка вольтметра уровня должна быть установлена на красную риску.

Проверка производится не менее, чем в трех оцифрованных точках каждого поддиапазона (две частоты по краям и одна — в середине поддиапазона).

Измерения производятся дважды — при подходе к поверяемой точке со стороны увеличения и уменьшения частоты.

Основная погрешность градуировки генератора по частоте в процентах определяется по формуле:

$$\delta f = \frac{f - f_d}{f_d} 100\%,$$

где f_d — действительное значение частоты;

f — значение частоты, отсчитанное по шкале генератора поверяемого прибора.

10. 2. 7. Погрешность градуировки шкалы измерительного конденсатора определяется на частоте 1 кГц с помощью измерителя емкости во всех оцифрованных отметках шкалы. Перед проверкой измеритель емкости необходимо прогреть в течении получаса. Измеритель емкости присоединить к клеммам „Сх“ измерительного блока с помощью кабеля. Не изменяя положения кабеля в пространстве, отключить его от клемм „Сх“ (потенциальный конец) и произвести измерение его емкости с помощью измерителя емкости. Перед проверкой конденсатора надо учесть емкость соединительного кабеля. Эту емкость нужно скомпенсировать начальной установкой измерителя емкости.

Измерения производятся дважды — при подходе к поверяемой точке со стороны увеличения и уменьшения емкости (подстроечный конденсатор при этом должен быть установлен на нулевую отметку).

маленькую емкость. Настройка в резонанс производится изменением частоты генератора. Отсчитанная по Q — вольтметру величина добротности будет являться добротностью контура.

Следует заметить, что частота, на которой контур настроился в резонанс, ниже его собственной частоты, так как параллельно контуру присоединена емкость измерительного конденсатора 25 пф.

Точность измерения добротности контура тем больше, чем больше емкость измеряемого контура.

Измерение индуктивности катушек.

Измеряемую катушку подключить к клеммам „L_x“, а подстроечный конденсатор установить на нуль. Настроить контур в резонанс на требуемой частоте. Отсчитать значение емкости конденсатора C . Индуктивность определяется по формуле:

$$L = \frac{2,53 \cdot 10^{10}}{f^2 \cdot C_0}, \quad (6)$$

где f — в кГц;

C — в пф;

L — в мкГн.

$$C_0 = \frac{C \cdot 10^4}{C + 10^4}.$$

Результат измерений тем точнее, чем больше отношение $\frac{C}{C_0}$, где C_0 — собственная емкость катушки.

При необходимости получения более точных результатов C_0 может быть учтена:

$$L = \frac{2,53 \cdot 10^{10}}{f^2 (C_0 + C)}. \quad (7)$$

Индуктивности катушек в пределах от 0,1 мкГн до 100 мГн могут быть измерены на данном куметре с непосредственным отсчетом на нескольких фиксированных частотах. Точность измерения индуктивности зависит от величины собственной емкости катушки и возрастает с увеличением введенной в измерительный контур емкости.

Шкала индуктивности нанесена на лимбе измерительного конденсатора под шкалой емкости. В зависимости от

величины измеряемой индуктивности генератор устанавливается на одну из частот в соответствии со следующей таблицей:

Таблица 2

Частота	Диапазон измерения индуктивности	Множитель шкалы
24 МГц	0,1— 1 μH	0,1
7,6 МГц	1— 10 μH	1,0
2,4 МГц	10—100 μH	10
760 кГц	0,1— 1 мН	0,1
240 кГц	1— 10 мН	1,0
76 кГц	10—100 мН	10

При отсчете нужно учитывать множитель шкалы, приведенный в таблице 2. Для удобства в работе таблица помещена также на передней панели прибора.

Измерение собственной емкости катушки.

Присоединить катушку к клеммам „L_x“. Поставить измерительный конденсатор в положение 50 пф и обозначить эту емкость через C₁. Настроить контур в резонанс подстройкой частоты генератора. Затем установить генератор на частоту, равную половине первой резонансной частоты. Снова настроить контур в резонанс с помощью измерительного конденсатора и обозначить новую величину емкости через C₂.

Собственная емкость катушки определяется по формуле:

$$C_0 = \frac{C_{23} - 4C_{13}}{3}, \quad (8)$$

где,

$$C_{23} = \frac{10^4 \cdot C_2}{C_2 + 10^4}; \quad C_{13} = \frac{10^4 \cdot C_1}{C_1 + 10^4}; \quad C_1 \text{ и } C_2 \text{ в пф.}$$

Для получения более точного результата измерения могут быть проведены несколько раз при различных значениях C₁, а затем взято среднее значение C₀.

10. УКАЗАНИЯ ПО ПОВЕРКЕ

10. 1. Поверяемые характеристики и средства проверки.

10. 1. 1. При поверке прибора определяют:

а) основную погрешность измерения добротности;

б) основную погрешность градуировки генератора по частоте;

в) погрешность градуировки шкалы измерительного конденсатора;

г) погрешность градуировки шкалы подстроечного конденсатора.

10. 1. 2. Для поверки прибора применяется следующая аппаратура:

а) набор образцовых катушек добротности типа КДВ;

б) измеритель частоты с погрешностью измерения не более 0,2%, чувствительность которого обеспечивает измерение частоты при уровне выходного напряжения 50 мВ в диапазоне частот 40 кГц — 40 МГц;

в) измеритель емкости с погрешностью не более 0,3%, обеспечивающий измерение емкости от 20 до 500 пф.

10. 2. Порядок и периодичность поверки.

10. 2. 1. При поверке прибора должны быть соблюдены нормальные условия (температура окружающей среды $+20 \pm 5^\circ\text{C}$, относительная влажность $65 \pm 15\%$ при температуре воздуха $+20 \pm 5^\circ\text{C}$, атмосферное давление 750 ± 30 мм рт. ст., напряжение питания сети 50 Гц 220 В $\pm 2\%$).

10. 2. 2. Представленный на поверку прибор должен быть полностью укомплектован (кроме ЗИП).

10. 2. 3. Поступивший на поверку прибор должен быть подвергнут внешнему осмотру и проверке на работоспособность по п. 8. 6.

10. 2. 4. Перед поверкой необходимо произвести подготовку прибора к измерениям по п. 7. 3.

10. 2. 5. Основная погрешность измерения добротности определяется по образцовым мерам добротности типа КДВ. Образцовые катушки подключаются к клеммам „L_x“.

Основная погрешность измерения добротности определяется по формуле:

$$\Delta Q = Q - Q_d,$$

Неисправность	Вероятная причина	Методы устранения
Не устанавливаются нули вольтметров	а) нет накала 2в; б) разрегулированы R37 и R40;	а) проверить источник питания; б) подрегулировать R37 и R40, шлицы которых выведены на заднюю стенку прибора;
Нет уровня в положении „КАЛИБРОВКА“	Вышла из строя лампа Л2 (6НЗП)	Сменить лампу Л2 (6НЗП)
Нет уровня в положении „ИЗМЕРЕНИЕ“	Вышла из строя лампа Л1 (6НЗП)	Сменить лампу Л1 (6НЗП)
Нет уровня в положении „ИЗМЕРЕНИЕ“ и „КАЛИБРОВКА“	Нет анодного напряжения; а) вышла из строя лампа Л7 (СГ1П); б) неисправен источник питания;	а) сменить лампу Л7 (СГ1П); б) проверить источник питания;
Не хватает уровня в положении „ИЗМЕРЕНИЕ“	Вышла из строя лампа Л1 (6НЗП)	Сменить лампу Л1 (6НЗП)
Колеблется стрелка вольтметра уровня в положениях „ИЗМЕРЕНИЕ“ и „КАЛИБРОВКА“	Вышла из строя лампа Л7 (СГ1П)	Сменить лампу Л7 (СГ1П)
Стрелка Q — вольтметра не устанавливается на конечную риску шкалы в положении „КАЛИБРОВКА“	а) вышла из строя лампа Л3 (2Д1С); б) вышла из строя лампа Л5 (6Н2П);	а) сменить лампу Л3 (2Д1С); б) сменить лампу Л5 (6Н2П); в) подрегулировать R37, шлицы которого выведен на заднюю стенку прибора.

Кроме выше описанных измерений с помощью куметра можно производить измерения добротности, активного и реактивного сопротивлений, индуктивности и емкости любого полного сопротивления.

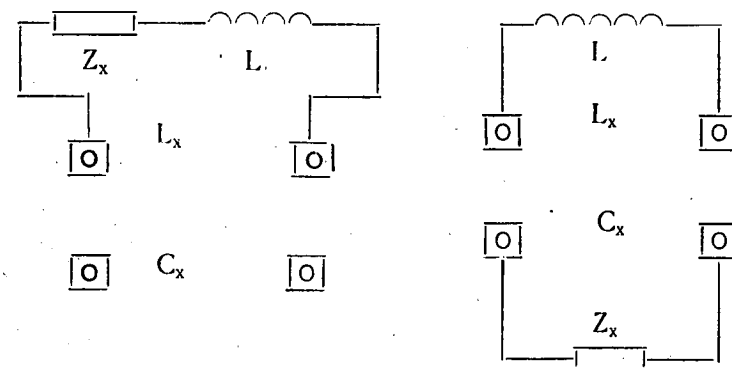
Измерение любого полного сопротивления.

Любое полное сопротивление Z_x можно представить состоящим из активного и реактивного сопротивлений, соединенных последовательно или параллельно. Реактивное сопротивление может быть индуктивным или емкостным.

Общий метод измерения полного сопротивления Z_x или его составляющих следующий.

К клеммам куметра подключается вспомогательная катушка индуктивности.

Контур куметра настраивается в резонанс на частоте измерения f и определяются значения резонансной емкости и добротности контура C_1 и Q_1 , затем исследуемое сопротивление подключается к клеммам прибора (черт. 5), и контур вторично настраивается в резонанс на той же частоте путем изменения емкости измерительного конденсатора. При этом определяются новые значения C_2 и Q_2 .



Черт. 5. Схемы подключения исследуемого сопротивления

Зная величины f , Q_1 , C_1 , Q_2 , C_2 , можно с помощью ниже приведенных формул определить эффективные величины последовательных и параллельных значений активного и ре-

активного сопротивлений, индуктивности и емкости, добротности и тангенса угла потерь измеряемого полного сопротивления.

Формулы для последовательного подключения к контуру:

$$R_{\text{пос}} = \frac{1,59 \cdot 10^8 \left(\frac{C_1}{C_2} Q_1 - Q_2 \right)}{f C_1 Q_1 Q_2}; \quad (9)$$

$$X_{\text{пос}} = \frac{1,59 \cdot 10^8 (C_1 - C_2)}{f C_1 C_2}; \quad (10)$$

$$L_{\text{пос}} = \frac{2,53 \cdot 10^{10} (C_1 - C_2)}{f^2 C_1 C_2}; \quad (11)$$

$$C_{\text{пос}} = \frac{C_1 C_2}{C_2 - C_1}; \quad (12)$$

$$Q = \frac{(C_1 - C_2) Q_1 Q_2}{C_1 Q_1 - C_2 Q_2}; \quad (13)$$

$$t_g \delta = \frac{1}{Q} = \frac{C_1 Q_1 - C_2 Q_2}{(C_1 - C_2) Q_1 Q_2}; \quad (14)$$

при $C_1 > C_2$

$X_{\text{пос}}$ — индуктивное;

при $C_1 < C_2$

$X_{\text{пос}}$ — емкостное.

Формулы для параллельного подключения к контуру:

$$R_{\text{пар}} = \frac{1,59 \cdot 10^8 Q_1 Q_2}{f C_1 (Q_1 - Q_2)}; \quad (15)$$

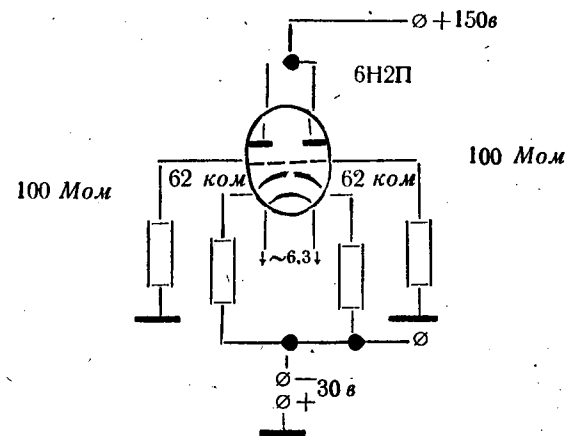
$$X_{\text{пар}} = \frac{1,59 \cdot 10^8}{f (C_2 - C_1)}; \quad (16)$$

$$L_{\text{пар}} = \frac{2,53 \cdot 10^{10}}{f^2 (C_2 - C_1)}; \quad (17)$$

$$C_{\text{пар}} = C_1 - C_2; \quad (18)$$

$$Q = \frac{(C_2 - C_1) Q_1 Q_2}{C_1 (Q_1 - Q_2)}; \quad (19)$$

$$t_g \delta = \frac{1}{Q} = \frac{C_1 (Q_1 - Q_2)}{(C_2 - C_1) Q_1 Q_2}; \quad (20)$$



Черт. 7. Схема тренировки ламп 6Н2П

После смены ламп ламповых вольтметров (ЛЗ, Л4, Л5, Л6, Л8, Л9) необходимо установить нули вольтметров с помощью потенциометров грубой установки нуля R37, R40, при этом потенциометры плавной установки нуля R52, R55 должны находиться в среднем положении. Затем проверить возможность установки стрелки вольтметра уровня на красную риску ручкой „УРОВЕНЬ“, а также запас регулировки чувствительности шкал Q — вольтметра потенциометрами R47 — R49, т. е. возможность калибровки Q — вольтметра.

9. 7. Наиболее возможные неисправности прибора и методы их обнаружения и устранения приведены в таблице 3.

Таблица 3

Неисправность	Вероятная причина	Методы устранения
Не загорается сигнальная лампочка	а) перегорела лампа МН 6,3—0,22; б) неисправен тумблер „СЕТЬ“; в) нет накала 6,3 в;	а) сменить лампу МН 6,3—0,22; б) сменить тумблер; в) проверить источник питания;

подается на анод диода 2Д1С (Л4) и контролируется образцовым прибором класса 0,5. Красная риска должна соответствовать 5 в, при необходимости производится регулировка чувствительности потенциометром R50;

б) проверить емкостной делитель Q — вольтметра. Проверка производится от внешнего генератора на частоте 50 кГц с помощью внешнего лампового вольтметра.

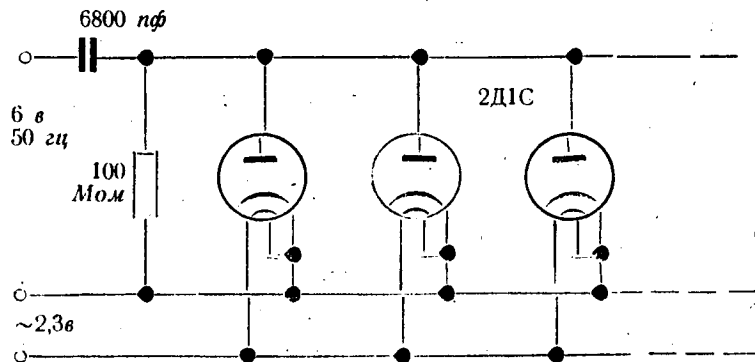
Выход генератора и внешний вольтметр подключаются к клеммам Сх, измерительный конденсатор устанавливается в положение минимальной емкости. Проверка производится на шкале „200“. Напряжение, подаваемое от генератора, — 9,8 в, при этом Q — вольтметр должен показывать 200. При необходимости производится регулировка емкостного делителя при помощи полупеременного конденсатора С45;

в) проверить показания прибора по добротности. На высоких частотах (выше 15 МГц) может быть произведена корректировка показаний с помощью индуктивности L10 путем перемещения перемычки.

При проверке показаний на высоких частотах прибор поместить в кожух. Если все показания прибора занижены или завышены, допускается корректировка путем дополнительной регулировки С45.

9. 6. При смене ламп точность измерений гарантируется только в том случае, если лампы 2Д1С и 6Н2П используются из запасного комплекта, придаваемого к прибору.

В случае, если используются лампы 2Д1С и 6Н2П не из запасного комплекта, их необходимо предварительно оттренировать в течение 48 часов по схемам (черт. 6 и черт. 7).



Черт. 6. Схема тренировки ламп 2Д1С

при $C_1 > C_2$

$X_{\text{пар}}$ — емкостное;

при $C_1 < C_2$

$X_{\text{пар}}$ — индуктивное.

В формулах для определения $Q(C_1 - C_2)$ и $(C_2 - C_1)$ всегда рассматриваются как положительные.

В формулах (9—20):

f — в килогерцах;

C_1 и C_2 — в пикофарадах;

L — в микрогенри;

R и X — в омах.

$C_{\text{пос}}, L_{\text{пос}}, R_{\text{пос}}, X_{\text{пос}}$ — эффективные последовательные значения исследуемого элемента;

$C_{\text{пар}}, L_{\text{пар}}, R_{\text{пар}}, X_{\text{пар}}$ — эффективные параллельные значения исследуемого элемента.

Между последовательными и параллельными значениями существуют следующие зависимости:

$$R_{\text{пос}} = \frac{R_{\text{пар}}}{1 + Q^2}; \quad (21)$$

$$X_{\text{пос}} = X_{\text{пар}} \frac{Q^2}{1 + Q^2}; \quad (22)$$

$$L_{\text{пос}} = L_{\text{пар}} \frac{Q^2}{1 + Q^2}; \quad (23)$$

$$C_{\text{пос}} = C_{\text{пар}} \frac{1 + Q^2}{Q^2}; \quad (24)$$

$$Q = \frac{X_{\text{пос}}}{R_{\text{пос}}} = \frac{R_{\text{пар}}}{X_{\text{пар}}}. \quad (25)$$

Примечание. При параллельном включении измеряются двухполюсники с большими сопротивлениями, при последовательном — двухполюсники с малыми сопротивлениями.

ЧАСТНЫЕ СЛУЧАИ ИЗМЕРЕНИЯ ПОЛНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ.

Измерение малых емкостей.

Емкости до 425 пФ измеряются при параллельном подключении к контуру, т. е. к клеммам „Сх“. Все параметры конденсатора вычисляются по формулам (15—20). Наибольшая точность измерений емкости получается при минимальной емкости контура C_1 .

Измерение больших емкостей.

Емкости более 425 $\mu\text{ф}$ включаются в контур последовательно с катушкой индуктивности. Все параметры определяются по формулам (9—14).

8. ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

8. 1. Профилактические работы выполняются не реже одного раза в 6 месяцев независимо от того, хранился или эксплуатировался прибор, или через каждые 500 часов работы.

Порядок выполнения профилактических работ.

8. 2. Проверить состав комплекта прибора в соответствии с паспортом.

8. 3. Произвести внешний осмотр прибора на отсутствие механических повреждений.

8. 4. Проверить сохранность пломб.

8. 5. Проверить состояние и работоспособность органов регулировки прибора.

8. 6. Произвести электрическую проверку прибора, т. е. проверить:

— работоспособность при питании от сети переменного тока напряжением $220 \text{ в} \pm 15\%$ с частотой $50 \text{ гц} \pm 1\%$;

— запас установки нулей вольтметров ручками „НУЛЬ УРОВНЯ“ и „НУЛЬ Q“, а также потенциометрами R37 и R40;

— возможность установки стрелки вольтметра уровня на красную риску ручкой „УРОВЕНЬ“ на всех поддиапазонах генератора;

— запас регулировки чувствительности шкал Q — вольтметра потенциометрами R47 — R49, т. е. возможность калибровки Q — вольтметра.

8. 7. Промыть спиртом колодку с клеммами для подключения измеряемых элементов.

8. 8. Вынуть прибор из кожуха, продуть кожух и монтаж прибора сжатым воздухом давлением не более 1,2 атм.

8. 9. Проверить надежность крепления всех деталей, отсутствие пыли и коррозии внутри прибора, убедиться в исправности всех переключателей и тумблера. Проверить затяжку винтовых соединений и при необходимости затянуть.

8. 10. Осмотреть состояние электрического монтажа, проверить качество паяк и надежность электрических контактов.

8. 11. Прибор вставить в кожух и запломбировать.

8. 12. Сделать отметку в паспорте о проведенных профилактических работах.

Примечание. Профилактические работы по п. п. 8. 8; 8. 9; 8. 10; 8. 11 разрешается проводить только после истечения гарантийного срока.

9. УКАЗАНИЯ ПО РЕМОНТУ

9. 1. В процессе ремонта воспрещается:

а) производить перемонтаж, смену деталей и ламп под напряжением;

б) определять наличие напряжения в схеме „на ощупь“ или „на искру“;

в) оставлять без надзора прибор под напряжением.

9. 2. В случае несоответствия основных технических характеристик прибора требованиям ТУ необходимо произвести регулировку прибора.

9. 3. Регулировка частоты генератора производится сердечниками катушек индуктивности L1 — L8 (на низшей частоте каждого поддиапазона), подстроечными конденсаторами C1 — C8 (на высшей частоте каждого поддиапазона) и подбором конденсаторов C19, C22, C25, C28 (на 5—8 поддиапазонах). Если таким образом частоту генератора на каком-либо из поддиапазонов отрегулировать не удастся, то необходимо заменить шкалу и произвести ее градуировку.

9. 4. При отклонении погрешности прибора по емкости от требований ТУ производится замена шкалы и ее градуировка. Не рекомендуется в данном случае подгибать пластины измерительного конденсатора (кроме разрезных), особенно при большом уходе емкости от нормы.

Примечание. Замена шкалы и ее градуировка должна производиться в заводских условиях или специальных ремонтных органах.

9. 5. Если погрешность измерения добротности не соответствует требованиям ТУ, необходимо:

а) произвести проверку и регулировку вольтметра уровня. Проверка производится от внешнего генератора частотой 50 гц с коэффициентом нелинейных искажений не более 0,5%. Напряжение от генератора через емкость 8200 $\mu\text{ф}$

