

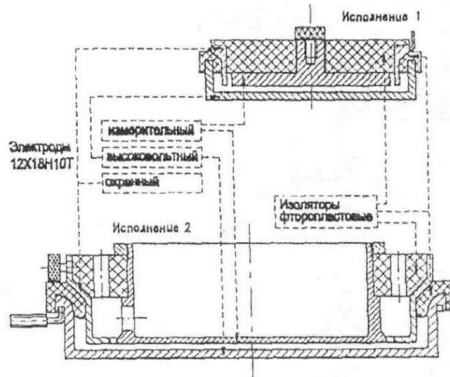
# СХЕМА ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ МАСЛОПОЛНЕННЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Компоненты	Методы испытаний под напряжением	Методы испытаний после отключения оборудования
<b>ОБМОТКИ, ВКЛЮЧАЯ ИЗОЛЯЦИЮ</b>	Частичные разряды <ul style="list-style-type: none"> <li>• Радиопомехи (RIV)</li> <li>• Акустические</li> </ul> Содержание влаги (интерпретация по относительной влажности масла)	Сопротивление постоянному току Коэффициент трансформации Ток намагничивания (холостого хода) Сопротивление КЗ Сопротивление изоляции Емкость Коэффициент потерь ( $\tan \delta$ )
<b>ИЗОЛЯЦИОННОЕ МАСЛО</b>	Содержание влаги Растворенные газы Пробивное напряжение Частицы (число) Коэффициент потерь ( $\tan \delta$ ) Поверхностное натяжение Кислотное число Цвет РСВ содержание Стабильность Сопротивление изоляции Потенциальный шлам Плотность	
<b>ВВОДЫ</b>	Визуальная инспекция/уровень масла	Коэффициент потерь/емкость участков С1 и С2 Измерение ЧР (ввод отдельно)
<b>ПЕРЕКЛЮЧАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО</b>	Температура Ток двигателя привода	Непрерывность контактов Коэффициент трансформации Временные характеристики Программа специальной инспекции
<b>МАГНИТОПРОВОД</b>		Сопротивление изоляции Проверка и испытание схемы заземления
<b>СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ</b>	Поток воздуха. Чистота поверхности Вращение Ток в обмотках двигателей Подшипники (вибрации, шум, визуальный контроль)	

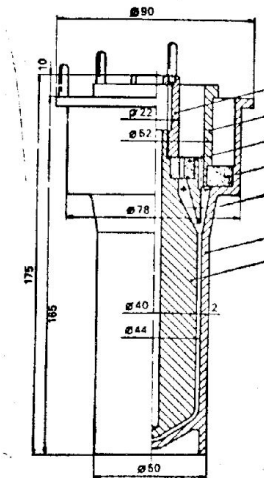
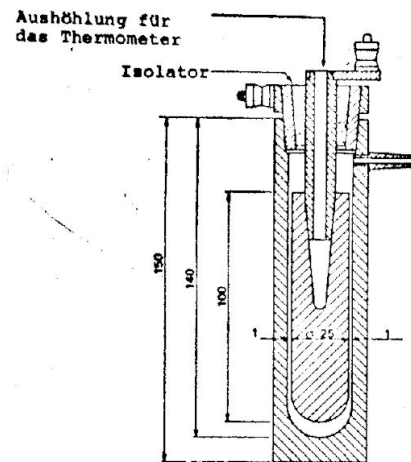
# ДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ ИЗОЛЯЦИИ ТРАНСФОРМАТОРОВ



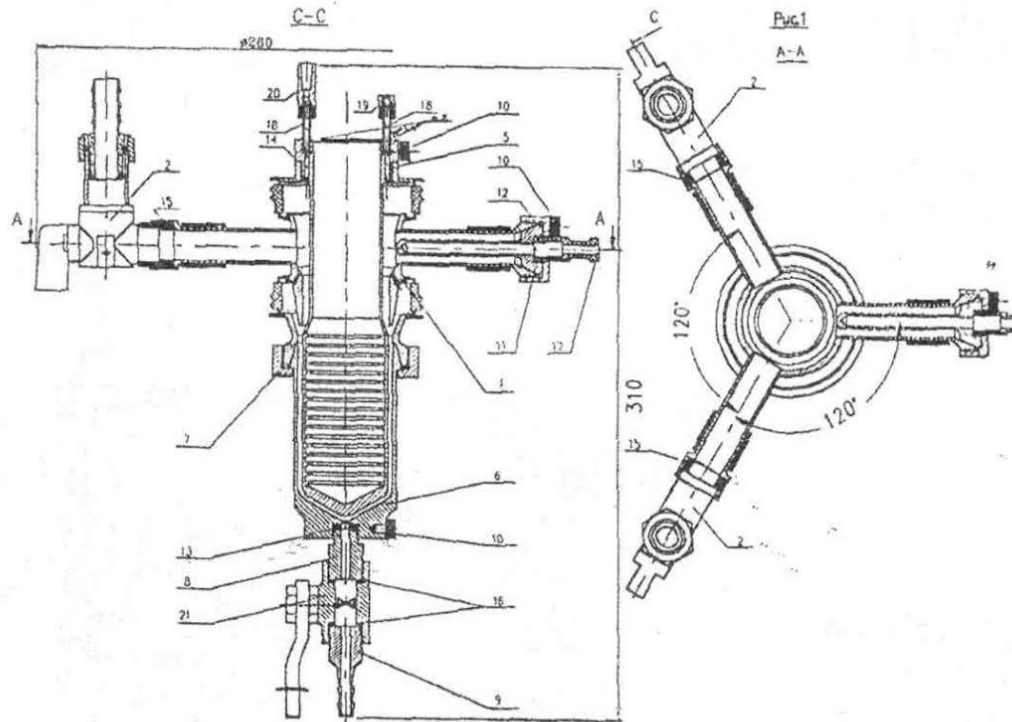
# ЯЧЕЙКИ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ ЖИДКОСТЕЙ



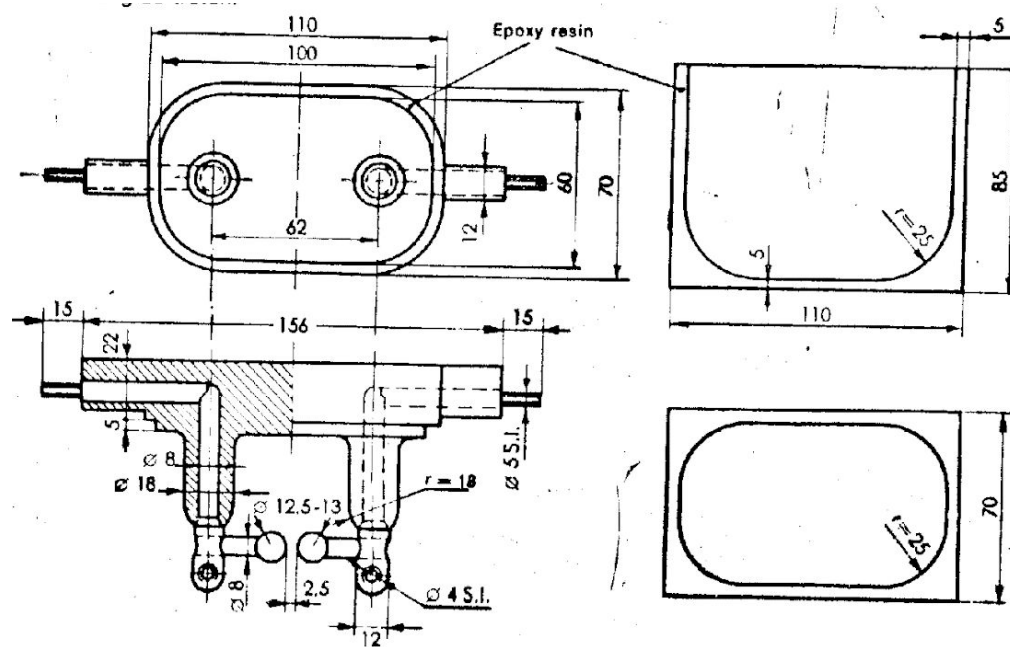
Параметры	Исполнение 1		Исполнение 2
	1	2	3
Диаметр, мм	57	75	135
Объем масла, мл	4	10	30-35
Емкость, пФ	2	10	30





# ЯЧЕЙКИ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ ЖИДКОСТЕЙ



# ЯЧЕЙКИ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ ЖИДКОСТЕЙ

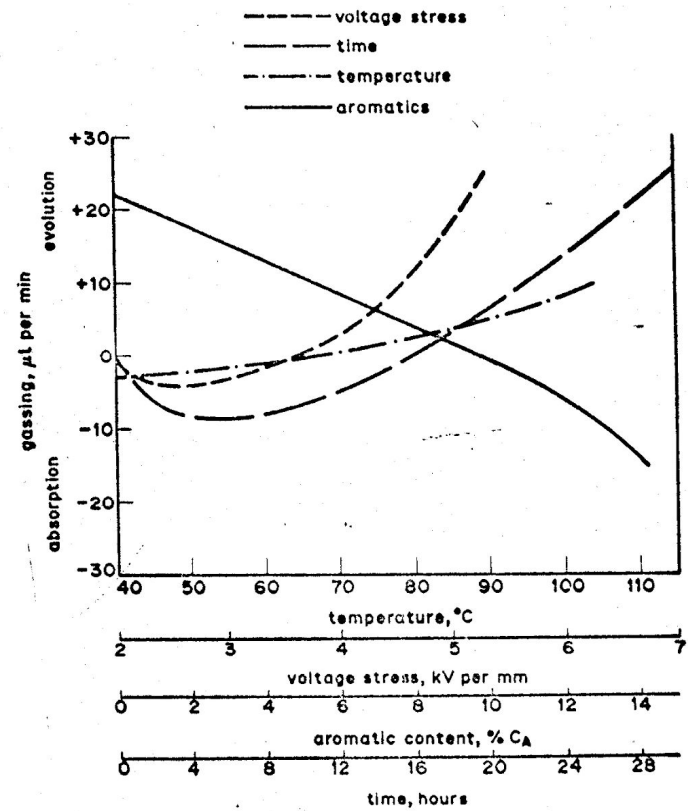
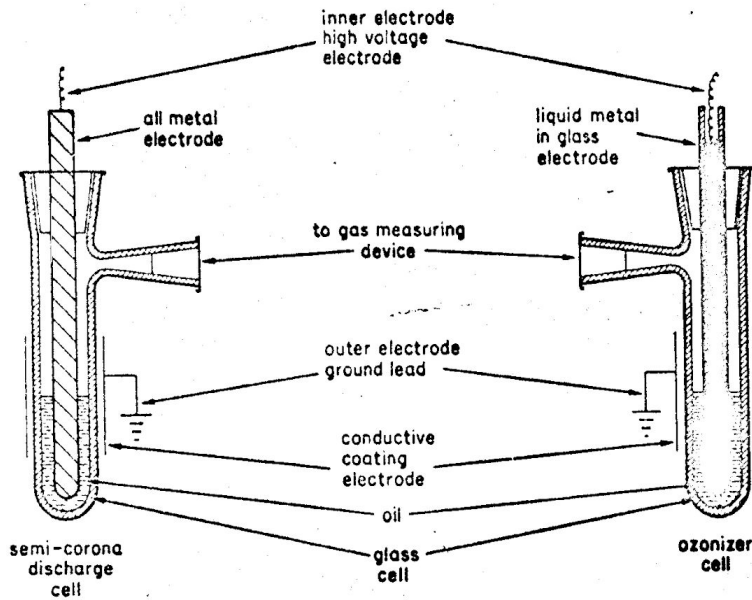


# МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАСЕЛ

N O R M S T A N D A R D	E L E C T R O D E S				P R O C E D U R E S					O I L S A M P L E		B A U R D R A W I N G F O R P R O G R . C O N T R O L T E M P L A T E	C I R C U I T I N T E R - R U P T I N G  m s	S H O R T C I R C U I T C U R R E N T O F T R A N S - F O R M E R m A	C R E S T F A C T O R O F T E S T V O L T A G E	
	F O R M A N D D I M E N S I O N S		S P A C I N G m m (i n c h)	T O L E R A N C E m m (i n c h)	R A T E O F R I S E k V / s	I N T E R V A L B E T W E E N F I L L I N G I . T E S T	T E S T S R E Q . I N A C C . T O S T A N D A R D	N O T C O U N T E D	I N T E R V A L B E T W E E N T E S T S	O I L C I R C U L A T I O N	R E Q . T E S T T E M P					T E S T C E L L C A P A C I T Y
INTERNATIONAL IEC 156 / 63	FIG I  12,5 mm sphere  BAUR No: 20 188 - 5	FIG II  35 mm diam 25 mm rad. BAUR No: 20 050 - 5	2,5 (0,098)	0,1 (0,004)	2	<10 min	6	-----	1 minute after disappearance of air bubbles. If observation is not possible, the time bet- ween 2 tests is 5 min	after each breakdown	20° C ±5° C	0,3-0,5 l	23 133-3	≤ 20	≥ 20 if U ≥ 15 kV	$\sqrt{2} \pm 5\%$ (1,34-1,48)
BELGIUM NBN C 27-002	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
NETHERLANDS NEN 10 156	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
SWITZERLAND SEV 3141 / 69	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
GREAT BRITAIN BS 5674 / 1980	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
VDE 370 part 5 Layout 3/84	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
SPAIN UNE 21 309 / 70	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
AUSTRALIA AS 1757 / 75	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
SOUTHERN AFRICA SABS 555 / 76	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
FRANCE UTE C27-221 / 74	●	●	●	●	●	●	●	first	●	●	●	●	23 132-3	●	●	●
ITALY CEI 10-1 / 73	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
GERMANY VDE 0370/part 1	●	●	●	±0,05 (0,002)	●	10 min	●	●	2 min	●	- 20° C	●	23 134-3	●	20 ≤ I <sub>k</sub> ≤ 100 if U ≥ 15 kV	●
ARGENTINA IRAM 2341 / 72	●	●	●	±0,05 (0,002)	●	10 min	●	first	2 min	●	> 0,25	●	●	●	20 ≤ I <sub>k</sub> ≤ 100 if U ≥ 15 kV	●
CSSR RVHP 1985	●	●	●	±0,05 (0,002)	2 ± 20%	10 min	●	●	≥ 5 min	●	●	●	●	●	●	●
POLAND PN-77 / ED 44.08	●	●	●	±0,05 (0,002)	2 ± 20%	10 min	●	●	5 min	●	-20° C	-0,3 l	●	≤ 10	20 ≤ I <sub>k</sub> ≤ 100 if U ≥ 15 kV	●
JAPAN I Mineral oil	●	●	●	●	3	-3 min	2 x 5	first* sixt	-1 min	●	15-35° C	●	●	●	●	●
AUSTRIA ÖVE-W7 Teil 2/86	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	≥ 0,3 l	●	●	20 ≤ I <sub>k</sub> ≤ 100 if U ≥ 15 kV	●
USA ASTM D 1816/84	●	●	2 [1] (0,08)[0,04]	±0,03 (0,001)	0,5 ± 20%	≥ 3 min	5	●	≥ 1 min	continuously 200-300 rpm	Room temp not less than 20° C 68° F	- 0,9 l (0,5 l)	23 135-3	≤ 50 if I <sub>max</sub> ≥ 0,2 A	1-10 mA / kV interrupting at 2-1 < 20	●
USA ASTM D 877/84	●	disc type 1" diam 20 053 - 5	2,5 (0,1)	±0,01 (0,0005)	3 ± 20%	2-3 min	5	●	1 min	no stirring	Room temp not less than 20° C 68° F	●	23 135-3	≤ 83 if I <sub>max</sub> < 0,2 A	1-10 mA / kV interrupting at 2-1 < 20	●
HUNGARY MSZ 20880 / 74	●	●	1,2 or 3 0,04 / 0,08 or 0,118	±0,05 (0,002)	2 ± 20%	10 min	●	●	2,5 min	●	23 ± 2° C	●	●	●	●	●
SPAIN UNE 21 309 1 Rev. 86 layout	●	●	●	●	●	10 min	●	first	●	●	●	●	●	●	●	●
CH-1 (BBC)	●	●	●	●	●	●	●	first	4 min	●	●	●	●	●	●	●

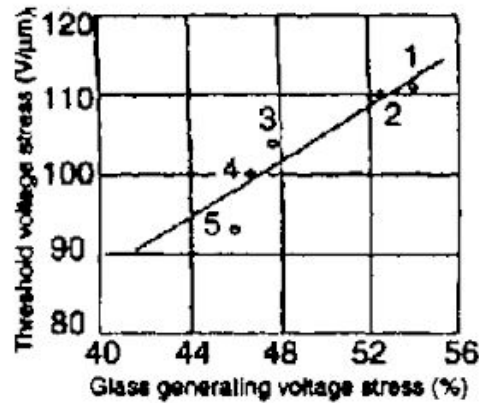
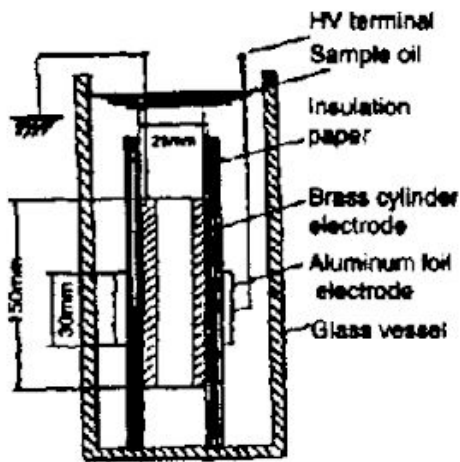
# МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ГАЗОСТОЙКОСТИ МАСЕЛ

## Формирование электрических разрядов в газовой атмосфере



## Формирование электрических разрядов в масле

Метод определения напряжения видимого  
газообразования



- |                              |          |
|------------------------------|----------|
| (1) DIPN                     | %C = 320 |
| (2) Dodecylbenzene           | 280      |
| (3) Polyphyl hydrocarbon oil | 100      |
| (4) Mineral for capacitor    | 100      |
| (5) oil for transformer      | 70       |

Коэффициент газостойкости:

$$B_{\Gamma} = V_{\Gamma} / W_{\text{чр}} \text{ [ см}^3\text{/Дж]}$$



# ВЛИЯНИЕ АРОМАТИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ НА ГАЗОСТОЙКОСТЬ СИНТЕТИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ

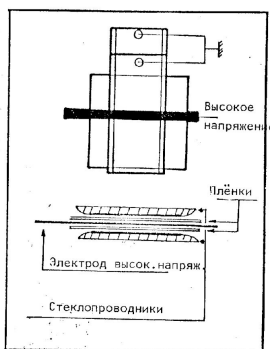
$$E_{\text{кр}}(\text{кВ/мм}) = 120 + 0,65 \cdot K_a(\%)$$

$$E_{\text{газ}}(\text{кВ/мм}) = 120 + 0,65 \cdot K_a(\%)$$

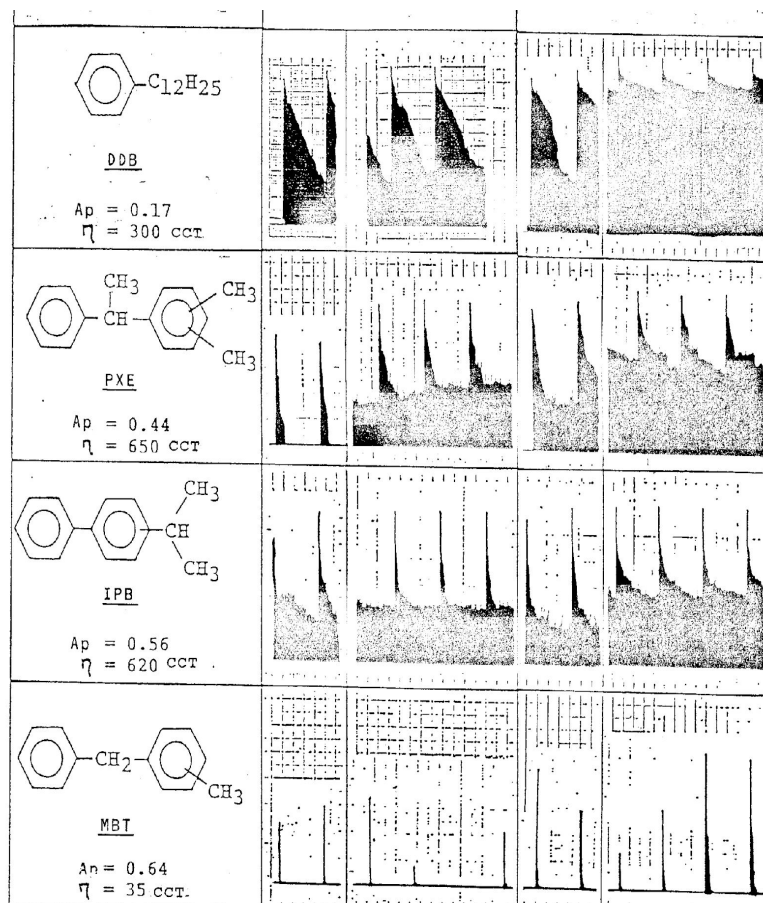
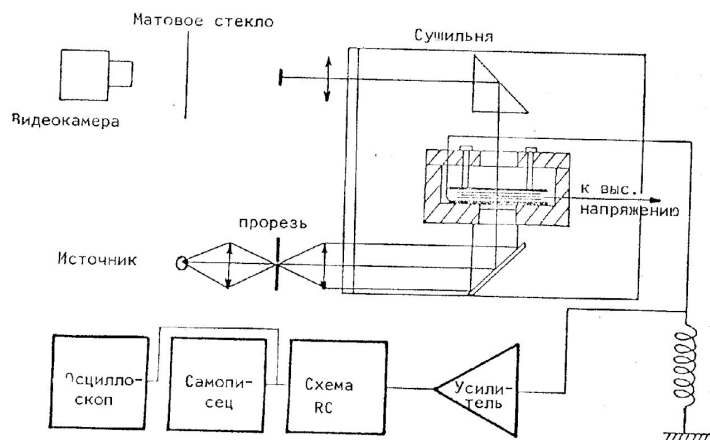
$$V_r(\text{мкл/мин}) = -2,37 + 0,08 \cdot K_a(\%)$$

$$V_r(10^{-9} \text{ м}^3/\text{мин}) = -2,37 + 0,08 \cdot K_a(\%) \cdot \exp\{-0,01 \cdot K_a(\%)\}$$

# ЧАСТИЧНЫЕ РАЗРЯДЫ В ПРОПИТАННОМ ПЛЕНОЧНОМ ДИЭЛЕКТРИКЕ



Испытательная ячейка и измерительная схема для регистрации частичных разрядов



# ЧАСТИЧНЫЕ РАЗРЯДЫ В ПЛЕНОЧНОЙ ИЗОЛЯЦИИ КОНДЕНСАТОРНОГО ТИПА

$$E_{чр} = Ad^{-\alpha}$$

Диэлектрик	A, кВ	$\alpha$
ПП-пленка + СЭЖ-3	13,9 $\pm 0,8$	0,56 $\pm 0,06$
ПП-пленка + ДОН-3	14,5 $\pm 1,2$	0,61 $\pm 0,2$
Бум.-ДОН-3 + СЭЖ-3	10,7 $\pm 0,5$	0,66 $\pm 0,11$

Зависимости напряженности возникновения критических ЧР  $E_{кр}$  от толщины конденсаторной полипропиленовой (1-6) и бумажно-полипропиленовой (7) изоляции  $d$ .

По результатам испытаний модельных образцов (1,2,7) и реальных конденсаторов (3-6), пропитанных нефтяным конденсаторным маслом (3) и синтетическими углеводородными жидкостями: ФКЭ (1,4-7), М/ДБТ (2).