

# БУМАГА

## МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ

Издание официальное

БЗ 1—97

**М Е Ж Г О С У Д А Р С Т В Е Н Н Ы Й   С Т А Н Д А Р Т****БУМАГА****Метод определения коэффициента электрического сопротивления****ГОСТ  
12783—91**

Paper.

Method for determining the electrical resistance coefficient

ОКСТУ 5409

Дата введения **01.01.93**

Настоящий стандарт распространяется на бумагу, предназначенную для прокладок в алюминиевых оксидно-электролитических конденсаторах, и устанавливает метод определения коэффициента электрического сопротивления.

Метод основан на определении отношения полного электрического сопротивления бумаги, пропитанной электролитом, к полному электрическому сопротивлению электролита (электрической проводимости электролита к электрической проводимости пропитанной электролитом бумаги).

**1. ОТБОР ПРОБ**

Отбор проб — по ГОСТ 8047.

**2. АППАРАТУРА, МАТЕРИАЛЫ, РЕАКТИВЫ**

2.1. Для проведения испытания применяется следующая аппаратура, материалы, реактивы: термостат или сушильный шкаф, обеспечивающий поддержание температуры  $(25,0 \pm 5,0)^\circ\text{C}$ ; электродная ячейка для измерения электрического сопротивления (или проводимости) электролита в виде электродов из платины по ГОСТ 13498, жестко укрепленных на стеклянном или другом изоляционном основании, стойком к действию электролита;

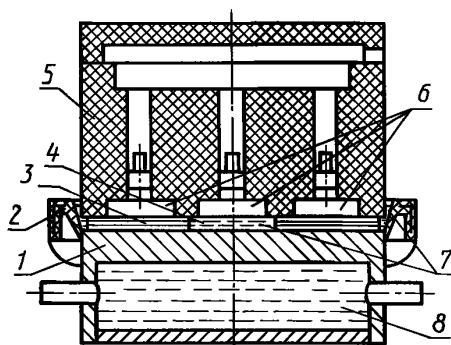
измерительное устройство, обеспечивающее измерение полного электрического сопротивления от 0,01 Ом до 10 кОм или полной электрической проводимости от  $1 \cdot 10^{-4}$  См до 100 См с относительной погрешностью не более 5 % при частоте 100 кГц и напряжении на измеряемом объекте не более 60 мВ;

электродное устройство с резонансом на частоте 100 кГц (черт. 1) для измерения электрического сопротивления (проводимости) пропитанной электролитом бумаги и электролита в одинаковых условиях при температуре  $(25,0 \pm 5,0)^\circ\text{C}$ .

Для бумаги шириной бобин 58 мм и более электродное устройство состоит из общего электрода с диаметром контактной поверхности  $(59 \pm 2)$  мм и шести измерительных электродов с диаметром контактной поверхности каждого из них  $(11,30 \pm 0,05)$  мм, заключенных в общий изолятор и образующих блок измерительных электродов. Диаметр контактной поверхности изолятора должен быть равен диаметру контактной поверхности общего электрода или быть меньше его не более чем на 2 мм. Один из измерительных электродов, предназначенный для измерения электрических параметров электролита, расположен в геометрическом центре контактной поверхности изолятора. Остальные пять электродов, предназначенные для измерения электрических параметров бумаги, расположены равномерно от центра центрального электрода на расстоянии  $(18 \pm 2)$  мм.

Для бумаги шириной бобин менее 58 мм электродное устройство состоит из общего электрода прямоугольной формы с размером контактной поверхности  $(62 \times 24)$  мм и трех измерительных

Схема электродного устройства



1 — общий электрод; 2 — устройство центровки общего электрода и обеспечения требуемого уровня электролита; 3 — образцы бумаги; 4 — отверстие в образце; 5 — изолятор; 6 — измерительные электроды; 7 — электролит; 8 — рубашка обогрева

Черт. 1

электродов с диаметром контактной поверхности каждого из них  $(11,30 \pm 0,05)$  мм, заключенных в общий изолятор с размером контактной поверхности  $(60 \times 22)$  мм, образующий блок измерительных электродов. Расстояние между центрами измерительных электродов должно быть  $(18 \pm 2)$  мм. Средний измерительный электрод предназначен для измерения сопротивления электролита.

Общий и измерительные электроды из нержавеющей стали 12Х18Н9 или 12Х18Н10Т по ГОСТ 5632.

Изолятор из органического стекла по ГОСТ 10667 или ГОСТ 17622.

Контактная поверхность измерительных электродов и изолятора должна находиться в одной плоскости. Отклонение от плоскостности контактных поверхностей общего электрода и блока измерительных электродов не должно превышать 1,0 мкм. Конструкция электродов должна обеспечивать равномерный прижим контактных поверхностей и соосность с отклонением не более 2 мм. Давление электродов на испытуемый образец, обеспечиваемое их массой, должно быть  $(0,10 \pm 0,01) \cdot 10^4$  Па. Общий электрод должен быть снабжен устройством, обеспечивающим погружение образца испытуемой бумаги в электролит. Для поддержания заданной температуры общий электрод может быть снабжен рубашкой обогрева;

весы лабораторные общего назначения по ГОСТ 24104 с наибольшим пределом взвешивания 200 г и погрешностью не более 0,01 г;

термометр ртутный стеклянный лабораторный по ГОСТ 28498 с диапазоном измерения от 0 до 100 °С и ценой деления 0,5 °С;

стаканы стеклянные по ГОСТ 25336, вместимостью 0,1 и 1,0 дм<sup>3</sup>;

чашки ЧБН (Петри) по ГОСТ 25336 диаметром 100 и 150 мм;

электроплитка по ГОСТ 14919;

секундомер;

этиленгликоль по ГОСТ 10164, ч.д.а.;

калий хлористый по ГОСТ 4234, х.ч.;

вода дистиллированная по ГОСТ 6709;

пентаборат аммония по ТУ 6—09—01—397;

спирт этиловый ректификованный с массовой концентрацией 0,96 г/см<sup>3</sup> по ГОСТ 5962\* или спирт этиловый ректификованный технический высшей очистки по ГОСТ 18300.

### 3. ПОДГОТОВКА К ИСПЫТАНИЮ

3.1. Из отобранных проб бумаги при помощи специальных ножей (кольцевых просечек, входящих в комплект электродов) или другим способом вырезают образцы для бумаги шириной

\* На территории Российской Федерации действует ГОСТ Р 51652—2000.

58 мм и более диаметром на 1—2 мм меньше диаметра контактной поверхности общего электрода с отверстием в центре образца диаметром (16—18) мм. Для бумаги шириной бобины менее 58 мм вырезают образцы размером (60×22) мм с отверстием (16—18) мм в геометрическом центре образца. Составляют пять образцов, состоящих из одного, двух, трех, четырех и пяти слоев бумаги. Допускается для бумаги шириной менее 58 мм использовать электродное устройство, предназначенное для бумаги шириной 58 мм и более, при условии, что кольцевые образцы вырезают из двух полосок, сложенных встык.

3.2. Электролит готовят следующим образом:

в стакане вместимостью 1 дм<sup>3</sup> при температуре 60—70 °С растворяют (100,0±0,05) г пентабората аммония в (675±5) см<sup>3</sup> этиленгликоля и (30±5) см<sup>3</sup> дистиллированной воды.

3.3. Удельное электрическое сопротивление электролита при температуре (25,0±1,0) °С должно быть от 700 до 800 Ом·см.

3.4. Измерение удельного электрического сопротивления (проводимости) электролита проводят после определения константы измерительных электродов. Для этого их промывают дистиллированной водой и два-три раза раствором хлористого калия с молярной концентрацией эквивалента (0,0100±0,0002) моль/дм<sup>3</sup>. Затем в стакан наливают такое количество раствора хлористого калия, чтобы уровень жидкости превышал верхний край электродов, помещают в термостат и выдерживают при указанной температуре в течение 10—15 мин.

Электрическое сопротивление ( $R$ ) или электрическую проводимость ( $G$ ) раствора хлористого калия измеряют при температуре (25,0±1,0) °С. Константу измерительных электродов ( $K$ ) см<sup>-1</sup>, вычисляют по формуле

$$K = \frac{R}{\rho}, \quad (1)$$

где  $R$  — электрическое сопротивление раствора хлористого калия, Ом;

$\rho$  — удельное электрическое сопротивление хлористого калия с молярной концентрацией эквивалента 0,01 моль/дм<sup>3</sup> при температуре 25 °С, равное 708,2 Ом·см, или по формуле

$$K = \frac{1}{G \rho}, \quad (2)$$

где  $G$  — электрическая проводимость хлористого калия, См.

За результат испытания принимают среднее арифметическое двух параллельных определений. Результат округляют до 0,001.

3.5. Для определения удельного электрического сопротивления (проводимости) электролита ( $\rho_3$ ) измерительные электроды ячейки промывают дистиллированной водой, затем электролитом, после чего опускают в стакан с электролитом и выдерживают в термостате при температуре (25,0±1,0) °С в течение (10±1) мин. Затем проводят измерения.

Удельное электрическое сопротивление (проводимость) электролита ( $\rho_3$ ) в ом-сантиметрах вычисляют по формуле

$$\rho_3 = \frac{1}{K \cdot G_3} = \frac{R_3}{K}, \quad (3)$$

где  $G_3$  — электрическая проводимость электролита, См;

$R_3$  — электрическое сопротивление электролита, Ом;

$K$  — константа измерительных электродов, см<sup>-1</sup>.

За результат принимают среднее арифметическое трех параллельных определений, округленное до целого числа.

#### 4. ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ

4.1. Перед проведением испытаний контактную поверхность электродов протирают спиртом.

4.2. Испытания проводят при температуре (25,0±5,0) °С. Для поддержания заданной температуры может применяться термостатирование электродного устройства в сушильном шкафу или обогрев воздухом путем циркуляции его через рубашку теплоносителя из термостата.

4.3. Испытуемые образцы последовательно помещают в чашку типа ЧБН с электролитом и выдерживают в течение  $(60,0 \pm 1,0)$  мин при температуре  $(25,0 \pm 5,0)$  °С.

4.4. Пропитанный образец помещают на общий электрод так, чтобы между слоями бумаги не было пузырьков воздуха. В отверстие в центре образца вносят при помощи стеклянной палочки или пипетки несколько капель электролита, чтобы избежать образования пузырьков воздуха между общим электродом и измерительными электродами. После этого ставят измерительные электроды контактной поверхностью на образец так, чтобы исключить образование пузырьков воздуха и через  $(15,0 \pm 10,0)$  мин проводят измерение электрического сопротивления (проводимости) пропитанного образца между общим электродом и каждым из пяти измерительных электродов и электролита между общим электродом и центральным измерительным электродом при частоте 100 кГц. Измерения проводят для одного-, двух-, трех-, четырех- и пятислойных образцов бумаги.

4.5. Допускается пропитку образцов проводить на общем электроде. При пропитке образцов, состоящих из двух половинок, их помещают на электрод так, чтобы половинки располагались встык, с зазором не более 1 мм. Измерительные электроды не должны попадать на стык половинок образца. Между слоями образцов и контактной поверхностью электродов и в электролите под измерительными электродами не должно быть пузырьков воздуха.

## 5. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

5.1. Коэффициент электрического сопротивления бумаги ( $\phi$ ) определяют по формуле

$$\phi = \frac{R_6}{R_3}, \quad (4)$$

где  $R_6$  и  $R_3$  — сопротивление бумаги и пропитывающего ее электролита, Ом:

$$R_6 = R_{65} - R_{60}; \quad (5)$$

$$R_3 = R_{35} - R_{30}, \quad (6)$$

где  $R_{65}$  и  $R_{35}$  — наиболее вероятное значение сопротивления пятислойного образца бумаги и соответствующего слоя пропитывающего ее электролита, Ом;

$R_{60}$  и  $R_{30}$  — погрешность определения сопротивления бумаги и электролита, вносимая электродным устройством.

5.2. Значения  $R_{60}$ ,  $R_{65}$ ,  $R_{30}$  и  $R_{35}$  определяются по результатам проведенных измерений графическим или расчетным путем.

5.2.1. *Графическое определение*

5.2.1.1. По средним арифметическим значениям электрического сопротивления бумаги, измеряемым на пяти измерительных электродах, строят зависимость сопротивления бумаги от числа ее слоев в измеряемом образце  $f = R_6(n)$  — черт. 2.

5.2.1.2. По результатам измерения сопротивления слоя электролита, соответствующего числу слоев бумаг, строят зависимость  $f = R_3(n)$ .

5.2.1.3. Прямые проводят до пересечения с осью ординат. По точкам пересечения с осью определяют  $R_{60}$  и  $R_{30}$ .

5.2.1.4. Из графика определяют  $R_{65}$  и  $R_{35}$ , соответствующие наиболее вероятному значению сопротивления пятислойного образца бумаги и соответствующего слоя электролита.

5.2.2. *Расчетное определение*

Зависимость  $R_6$  и  $R_3$  от числа слоев бумаги в образцах описывается уравнением

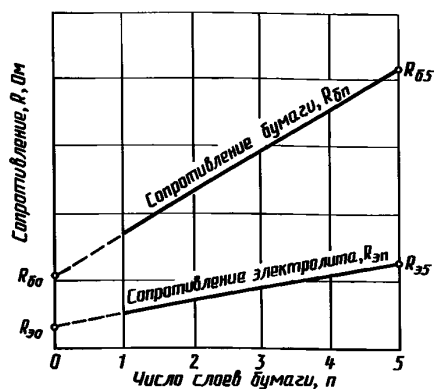
$$y = a + bx, \quad (7)$$

где  $y$  — среднее арифметическое значение электрического сопротивления  $n$ -слоев бумаги, определяемое на пяти электродах и соответствующего слоя электролита,  $R_{6n}$  и  $R_{3n}$ ;

$a$  — участок, отсекаемый прямой на оси ординат  $R_{60}$  или  $R_{30}$  (погрешность, вносимая электродным устройством);

$x$  — число слоев бумаги в образцах ( $n$ );

$b$  — тангенс угла наклона прямой к оси абсцисс.



Черт. 2

При числе измеряемых образцов ( $i=5$ ), состоящих из  $n$ -слоев бумаги (1, 2, ..., 5)  $a$  и  $b$  вычисляют для бумаги и электролита по формулам:

$$a = \frac{55 \sum_1^5 y_n - 15 \sum_1^5 x_n y_n}{50}, \quad (8)$$

$$b = \frac{5 \sum_1^5 x_n y_n - 15 \sum_1^5 y_n}{50}. \quad (9)$$

Подставив полученные значения  $a$  и  $b$  для бумаги и электролита в (7), определяют  $R_{65}$ ,  $R_{60}$ ,  $R_{95}$  и  $R_{90}$ .

5.3. За результат испытания принимают значение коэффициента электрического сопротивления, определяемое по (4), округленное до 0,1.

Относительная погрешность определения коэффициента электрического сопротивления не превышает 6 % при доверительной вероятности  $P = 0,95$ .

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ**

**1. РАЗРАБОТАН И ВНЕСЕН Министерством лесной промышленности СССР**

**2. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Постановлением Комитета стандартизации и метрологии СССР от 27.12.91 № 2208**

**3. ВЗАМЕН ГОСТ 12783—77**

**4. ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ**

Обозначение НТД, на который дана ссылка	Номер пункта
ГОСТ 4234—77	2.1
ГОСТ 5632—72	2.1
ГОСТ 5962—67	2.1
ГОСТ 6709—72	2.1
ГОСТ 8047—93	1
ГОСТ 10164—75	2.1
ГОСТ 10667—90	2.1
ГОСТ 13498—79	2.1
ГОСТ 14919—83	2.1
ГОСТ 17622—72	2.1
ГОСТ 18300—87	2.1
ГОСТ 24104—88	2.1
ГОСТ 25336—82	2.1
ГОСТ 28498—90	2.1
ТУ 6—09—01—397	2.1

**5. ПЕРЕИЗДАНИЕ. Ноябрь 2000 г.**

Редактор *М.И. Максимова*  
Технический редактор *В.Н. Прусакова*  
Корректор *В.Е. Нестерова*  
Компьютерная верстка *С.В. Рябовой*

Изд. лиц. № 02354 от 14.07.2000. Сдано в набор 24.11.2000. Подписано в печать 08.12.2000. Усл.печ.л. 0,93. Уч.-изд.л. 0,60.  
Тираж 80 экз. С 6434. Зак. 416.

ИПК Издательство стандартов, 107076, Москва, Колодезный пер., 14.  
Набрано и отпечатано в ИПК Издательство стандартов.