

## Свойства материалов изоляции и оболочки кабелей

Только для базовых материалов. Изменения возможны в зависимости от применения/конструкции. Смотрите соответствующую страницу каталога.

Критерии применения	Материал					
	Материал, стойкий к биомаслам	Поливинилхлорид	Полиэтилен	Полууретан	Политетрафторэтилен	Тетрафторэтилен Гексафторпропилен Сополимер
<b>Параметр</b>						
Аббревиатура	Специальный TPE	PVX	PE	PUR	PTFE	FEP
Обозначение в соотв. с VDE	—	Y	2Y	11Y	5Y	6Y
Температурный диапазон	-50 +120	-30 +70	-50 +70	-50 +90	-190 +260	-100 +200
Диэлектрическая постоянная (10 <sup>-3</sup> )	2,4	4,0	2,3	4,0 – 6,0	2,1	2,1
Удельное объемное электрическое сопротивление (Ω x см)	10 <sup>15</sup>	10 <sup>12</sup> – 10 <sup>15</sup>	10 <sup>17</sup>	10 <sup>12</sup>	10 <sup>18</sup>	10 <sup>18</sup>
Разрывная прочность Н/мм <sup>2</sup> (MPa)	5 – 20	10 – 25	15 – 30	15 – 45	15 – 40	20 – 25
Относительное удлинение, %	400 – 600	150 – 400	400 – 800	300 – 600	240 – 400	250 – 350
Водопоглощение (20 °C), %	1 – 2	0,4	0,1	1,5	0,01	0,01
Погодостойкость	очень хорошая	хорошая	хорошая	очень хорошая	очень хорошая	очень хорошая
Стойкость к топливам	хорошая	умеренная	умеренная	хорошая	очень хорошая	очень хорошая
Маслостойкость	стойкость к биомаслам: очень хорошая	умеренная	умеренная	хорошая	очень хорошая	очень хорошая
Огнестойкость	горючий	самозатухающий	горючий	самозатухающий*	негорючий	негорючий

Критерии применения	Материал					
	Этилен тетрафторэтилен	Хлоропреновая резина	Силиконовая резина	Этилен пропилен диен каучук	Термопластичный эластомер на основе полиэфирна	Термопластичный эластомер на основе полиэстера
<b>Параметр</b>						
Аббревиатура	ETFE	CR	SI	EPDM	TPE-O	TPE-E
Обозначение в соотв. с VDE	7Y	5G	2G	3G	—	12Y
Температурный диапазон	-100 +150	-40 +100	-60 +180	-30 +120	-40 +120	-70 +125
Диэлектрическая постоянная (10 <sup>-3</sup> )	2,6	6,0 – 8,0	2,8 – 3,2	3,2	2,7 – 3,6	3,7 – 5,1
Удельное объемное электрическое сопротивление (Ω x см)	10 <sup>16</sup>	10 <sup>13</sup>	10 <sup>15</sup>	10 <sup>14</sup>	5 x 10 <sup>14</sup>	10 <sup>12</sup>
Разрывная прочность Н/мм <sup>2</sup> (MPa)	40 – 50	10 – 25	5 – 10	5 – 25	≥ 6	3 – 25
Относительное удлинение, %	100 – 300	300 – 450	200 – 350	200 – 450	≥ 400	280 – 650
Водопоглощение (20 °C), %	0,01	1	1,0	0,02	1,5	0,3 – 0,6
Погодостойкость	очень хорошая	очень хорошая	очень хорошая	хорошая	умеренная	очень хорошая
Стойкость к топливам	очень хорошая	умеренная	слабая	умеренная	умеренная	хорошая
Маслостойкость	очень хорошая	хорошая	умеренная	умеренная	умеренная	очень хорошая
Огнестойкость	негорючий	самозатухающий	трудно воспламеняемый	горючий	горючий	горючий

\* только с дополнительной защитой от пламени

ÖLFLEX®  
 UNITRONIC®  
 ETHERLINE®  
 HITRONIC®  
 EPIC®  
 SKINTOP®  
 SILVYN®  
 FLEXIMARK®  
 АКСЕССУАРЫ  
 ПРИЛОЖЕНИЕ

## Сопротивление изоляции

Изоляция кабелей и проводов используется для электрической изоляции отдельных проводников. По этой причине, в отличие от проводника, изоляция должна иметь очень высокое электрическое сопротивление (которое также может быть выражено в виде низкой проводимости).

Для достижения этой цели может быть использован целый ряд различных материалов. Механические и электрические свойства этих материалов могут отличаться. Наиболее часто используемые материалы это смеси на основе ПВХ, ПЭ или ТРЕ.

### Терминология

Существует много различных терминов для описания сопротивления изоляции. Чтобы помочь разделить и лучше понять эти термины, объясним их кратко ниже.

### Удельное объёмное сопротивление

Значение сопротивления, полученного в результате измерения при подачи напряжения на испытательный образец. Это результаты теста, в котором напряжение подключают к двум электродам, которые крепятся к поверхности испытываемого образца (например, изоляция проводов), и пускают ток между этими электродами.

### Удельное объёмное электрическое сопротивление (удельное сопротивление контакта)

Это относительная величина, которая зависит от свойств материала электрической изоляции. На практике это значение относится к единице объема; оно, как правило, измеряется в  $\Omega \times \text{см}$ . Для ПВХ изоляции оно равно:  $> 20 \text{ ГОм} \times \text{см}$

### Изоляционное сопротивление

Сопротивление изоляции для кабеля может быть определено из объёмного сопротивления и отношения внешнего диаметра сердцевин к диаметру проводника. Обычно измеряется в  $\text{МОм} \times \text{км}$  или  $\text{ГОм} \times \text{км}$ .

В типичных стандартах для кабелей и проводов, как правило, требуются минимальные значения сопротивления изоляции. Эти значения приведены для максимальной рабочей температуры в зависимости от номинального поперечного сечения и изоляции толщины стенки.

Например: Для маслостойкого кабеля управления H05VV5-F, эти значения определены в EN 50525-2-51. Минимальное значение сопротивления изоляции в  $3 \times 1,5 \text{ мм}^2$  должно быть не менее  $0,010 \text{ МОм} \times \text{км}$ .

В действительности значения часто на порядок и более выше требований стандарта.

### Методы измерения

Должно быть различие между лабораторными измерениями, проводимыми на жиле для испытания изоляции, и реальными, полными измерениями используемых кабелей и проводов.

### Определение сопротивления изоляции и удельного объёмного сопротивления сердечника

Доказательство соблюдения вышеуказанных требований достигается с испытаниями в соответствии с EN 50395 (VDE 0481-395). Для этой цели полностью оголяют 5-метровый образец кабеля, и жилу помещают в водяную баню в на 2 часа. Водяную баню предварительно нагревают до максимальной рабочей температуры кабеля (проводится для кабелей с максимальной температурой на жиле до  $90 \text{ }^\circ\text{C}$ ).

Между проводником и водяной баней подаётся  $80 - 500 \text{ В}$  постоянного тока, и через 1 минуту измеряется сопротивление изоляции на каждой жиле. Это значение сопротивления изоляции длиной 1 км рассчитывается для каждой жилы. Ни одно из расчетных значений не должно быть ниже установленного минимального значения в стандарте. См. тему выше: “сопротивления изоляции”.

Объёмное сопротивление может быть использовано для сравнения, так как оно постоянно для каждого материала и не зависит от толщины изоляции и поперечного сечения проводника.

В практической литературе эти значения используются для сравнения различных материалов и представляют собой способ измерения для производителей кабелей и проводов.

### Основная система измерений

Вышеупомянутые коэффициенты нельзя сравнивать с коэффициентами сопротивления, которые определяются посредством “сухого измерения” на всем кабеле или на установленных кабелях. В таких случаях коэффициент сопротивления определяется с использованием блуждающего тока между двумя примыкающими сердцевинами внутри кабеля и напряжения прибора.

Расчёт с использованием этого метода имеет очень высокую долю погрешности, поскольку находится под влиянием многочисленных факторов, таких как:

- Кондиционирование кабеля, в плане поглощения влаги изоляцией
- Климатические условия во время измерений, в частности температура кабеля
- Индивидуальные условия контакта изоляции обоих жил
- Проводимости материалов, которые имеют общую площадь контакта с изолированными жилами
- В случае монтажа кабеля, в местах, в которых кабель подлжит внешнему давлению, например, за счет изгиба или зажима (кабельные вводы), может произойти деформации изоляции. Это увеличивает площадь контакта между изолированными жилами, что увеличивает ток утечки, и в результате создаётся более низкое значение сопротивления изоляции.

Вышеупомянутые эффекты от температуры и влажности воздуха являются существенными и могут значительно различаться в практических ситуациях, так как условия не стандартизированы. Например, измерения показали, что между  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  (общие температура окружающей среды) и  $70 \text{ }^\circ\text{C}$  (Максимальная рабочая температура кабеля) электрическое сопротивление изоляции может измениться на коэффициент  $1:100$  до  $1:1000$ . Это означает, что температура во время измерения имеет настолько большой эффект, что результаты измерений, выполненных при разных температурах являются не сопоставимыми.

### Заключение

Предоставленные данные о кабеле можно использовать для сравнения разных типов кабеля, но ни при каких обстоятельствах нельзя их использовать для сравнения с измерениями нерабочих кабелей или электрических систем (таких как в VDE - Часть 6).