

«Утверждаю»  
Генеральный директор  
АО «Технопарк Слава»

Шкредов В.И.  
«30» октября 2015 г.



**ПРОТОКОЛ**  
**лабораторных испытаний электрических свойств**  
**образцов полимерных материалов, изготовленных на 3D принтере**

В Технологическом центре коллективного пользования по направлению «Нанотехнологии и наноматериалы» АО «Технопарк Слава» проведено исследование электрических свойств образцов, изготовленных на 3D принтере из полимерных нитей, произведенных компанией ООО «РЭК».

Целью исследования было изучение отличия электрических свойств образцов, изготовленных на 3D принтере из полимерных нитей, произведенных компанией ООО «РЭК», от образцов, изготовленных традиционными методами (экструзия, прессование, литье под давлением и т.д.), Кроме того, изучалась возможность использования изделий, изготовленных с использованием 3D принтера из полимерных нитей, произведенных компанией ООО «РЭК», в аппаратах и устройствах, в которых полимерные изделия используются в качестве электрических изоляторов.

Исследованы следующие типы полимеров:

- FLEX REC;
- ABS REC;
- PLA REC;
- HIPS REC;
- RUBBER REC.

Измерялись следующие электрические свойства:

- Удельное электрическое сопротивление на постоянном токе ( $\rho_{dc}$ );
- Диэлектрическая проницаемость на постоянном токе ( $\epsilon'_{dc}$ );
- Диэлектрическая проницаемость на частоте 50 Гц ( $\epsilon'_{50}$ )
- Диэлектрические потери на частоте 50 Гц ( $\epsilon''_{50}$ )
- Электрическая прочность ( $E_{пр}$ ).

Удельное объемное электрическое сопротивление образцов полимерных материалов измерялось по ГОСТ 20214-74 «Пластмассы. Метод определения удельного объемного электрического сопротивления при постоянном напряжении». Измерения проводились при температуре 25<sup>0</sup>С. Образцы имели форму пластин длиной размером 50x10x1 мм.

Диэлектрическая проницаемость и диэлектрические потери образцов полимерных материалов определялись по ГОСТ 22372-77. Материалы диэлектрические. Метод определения диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь. Образцы для испытаний имели форму дисков, диаметром 20 мм и толщиной около 1мм.

На плоские стороны образцов наносились электроды из электропроводящего клея на основе серебра. Диэлектрическая проницаемость и диэлектрические потери измерялись в диапазоне частот  $10^{-3} - 10^6$  Гц. В качестве диэлектрической проницаемости на постоянном токе ( $\epsilon'_{dc}$ ) были взяты значения диэлектрической проницаемости в области частот  $10^{-3} - 10^{-2}$  Гц.

Электрическая прочность образцов полимерных материалов определялась по ГОСТ 6433.3-71 «Материалы электроизоляционные твердые. Методы определения электрической прочности при переменном (частоты 50 Гц) и постоянном напряжении». Образцы для испытаний имели форму дисков, диаметром 20 мм и толщиной около 1мм. Напряжение прикладывалось к противоположным плоским сторонам образца. Испытания проводили при комнатной температуре в среде воздуха.

Результаты электрических свойств образцов полимеров приведены в Таблице 1.

**Таблица 1.** Результаты испытания электрических свойств образцов полимерных материалов, изготовленных с помощью 3D принтера из полимерных нитей производства компании ООО «РЭК».

Полимер	$\rho_{dc}$ , Ом см	$\epsilon'_{dc}$	$\epsilon'_{50}$	$\epsilon''_{50}$	$E_{пр}$ , кВ/мм
<b>FLEX REC</b>	$1.82 \cdot 10^{12}$	5.73	5.21	$1.04 \cdot 10^{-1}$	13.1
<b>RUBBER REC</b>	$1.62 \cdot 10^{15}$	3.62	3.16	$3.20 \cdot 10^{-2}$	21.3
<b>ABS REC</b>	$5.26 \cdot 10^{14}$	3.56	3.40	$3.13 \cdot 10^{-2}$	14.2
<b>PLA REC</b>	$3.95 \cdot 10^{13}$	4.89	3.46	$5.72 \cdot 10^{-2}$	12.5
<b>HIPS REC</b>	$5.40 \cdot 10^{14}$	3.24	2.96	$1.34 \cdot 10^{-2}$	20.2

### Заключение.

1. Как следует из Таблицы 1, все исследуемые образцы, изготовленные на 3D-принтере из полимерных нитей, произведенных компанией ООО «РЭК», имеют значения электрических свойств, близкие к величинам, характерным для образцов, изготовленных традиционными методами (экструзия, прессование, литье под давлением и т.д.).
2. Исследуемые образцы являются хорошими диэлектриками со значениями объемного электрического сопротивления от  $1.82 \cdot 10^{12}$  (Ом см) для FLEX REC до  $1.62 \cdot 10^{15}$  (Ом см) для RUBBER REC. Диэлектрическая проницаемость на постоянном токе варьируется от 3.24 для HIPS REC до 5.73 для FLEX REC.
3. Электрическая прочность имеет высокие значения (от 12.5 до 21.3 кВ/мм) для всех исследуемых образцов. Это значит, что изделия толщиной 1 мм, изготовленные с помощью 3D принтера из полимерных нитей производства компании ООО «РЭК» могут функционировать при приложении к ним напряжения более 10 киловольт без электрического пробоя и выхода из строя.
4. Полученные экспериментальные результаты позволяют сделать вывод о возможности использования изделий, изготовленных на 3D-принтере из полимерных нитей, произведенных компанией ООО «РЭК», в качестве электрических изоляторов в любых аппаратах и устройствах, кроме высоковольтных линий электропередач.

Руководитель Технологического центра  
коллективного пользования по направлению  
«Нанотехнологии и наноматериалы»  
АО «Технопарк Слава», к.ф.-м.н.



Чмутин И.А.