«Утверждаю»
Заместитель Генерального
Директора
АО «Технопарк Слава»
_____ Солукова А.А.
13 мая 2024 г.

Акционерное Общество «Технопарк Слава»
Технологический центр коллективного пользования по направлению
«Нанотехнологии и наноматериалы»

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № ТЦКП-24-04
13 мая 2024 г.

ООО «Русская экструзиционная компания» (124498, г. Москва, проезд 4922-й, д.4, стр.5) предоставило для испытаний образцы, изготовленные методом 3D печати по технологии FDM из различных полимерных материалов для проведения испытаний согласно Договору №ТС-14/в от 12.04.2024 г.

1. **Дата получения образца:** 22 марта 2024 г.
2. **Описание образцов, представленных на испытание.**

- диск диаметром 30 мм, толщиной 2.0 мм из материала PETG (Relax).
- диск диаметром 30 мм, толщиной 0.4 мм из материала PETG (Relax).
- диск диаметром 30 мм, толщиной 2.0 мм из материала PP+.
- диск диаметром 30 мм, толщиной 0.4 мм из материала PP+.
- диск диаметром 30 мм, толщиной 1.85 мм из материала Formax.
- диск диаметром 30 мм, толщиной 0.4 мм из материала Formax.
- диск диаметром 30 мм, толщиной 2.0 мм из материала Asa CF.
- диск диаметром 30 мм, толщиной 0.4 мм из материала Asa CF.
- диск диаметром 30 мм, толщиной 2.0 мм из материала HIPS.
- диск диаметром 30 мм, толщиной 0.4 мм из материала HIPS.
- диск диаметром 30 мм, толщиной 1.85 мм из материала ABS.
- диск диаметром 30 мм, толщиной 0.4 мм из материала ABS.
- диск диаметром 30 мм, толщиной 2.0 мм из материала TPU D70.
- диск диаметром 30 мм, толщиной 0.4 мм из материала TPU D70.
- диск диаметром 30 мм, толщиной 1.85 мм из материала ULTRAX.
- диск диаметром 30 мм, толщиной 0.4 мм из материала ULTRAX.
- диск диаметром 30 мм, толщиной 2.0 мм из материала EASY FLEX.
- диск диаметром 30 мм, толщиной 0.4 мм из материала EASY FLEX.
- диск диаметром 30 мм, толщиной 2.0 мм из материала SOFT FLEX.
- диск диаметром 30 мм, толщиной 0.4 мм из материала SOFT FLEX.
- диск диаметром 30 мм, толщиной 1.85 мм из материала 1284.
- диск диаметром 30 мм, толщиной 0.4 мм из материала 1284.
- диск диаметром 30 мм, толщиной 2.0 мм из материала Clotho ABS.
- диск диаметром 30 мм, толщиной 0.4 мм из материала Clotho ABS.
- диск диаметром 30 мм, толщиной 2.0 мм из материала RUBBER.
- диск диаметром 30 мм, толщиной 0.4 мм из материала RUBBER.

АО «Технопарк Слава», Москва, Научный проезд, дом 20, строение 2.,
тел.: +7 495 478 78 00 доб.242, www.technopark-slava.ru

- диск диаметром 30 мм, толщиной 1.85 мм из материала PPX.
- диск диаметром 30 мм, толщиной 0.4 мм из материала PPX.
- диск диаметром 30 мм, толщиной 2.0 мм из материала ASA (ETERNAL).
- диск диаметром 30 мм, толщиной 0.4 мм из материала ASA (ETERNAL).
- диск диаметром 30 мм, толщиной 2.0 мм из материала X-HIPS.
- диск диаметром 30 мм, толщиной 0.4 мм из материала X-HIPS.
- диск диаметром 30 мм, толщиной 1.85 мм из материала PLA.
- диск диаметром 30 мм, толщиной 0.4 мм из материала PLA.
- диск диаметром 30 мм, толщиной 2.0 мм из материала PLA Stone.
- диск диаметром 30 мм, толщиной 0.4 мм из материала PLA Stone.
- диск диаметром 30 мм, толщиной 2.0 мм из материала CAST.
- диск диаметром 30 мм, толщиной 0.4 мм из материала CAST.
- диск диаметром 30 мм, толщиной 1.85 мм из материала FRICTION.
- диск диаметром 30 мм, толщиной 0.4 мм из материала FRICTION.
-

3. **Цель испытаний:** определение следующих характеристик образцов:
- удельное электрическое сопротивление на постоянном токе (ρ_{dc}),
- диэлектрическая проницаемость на постоянном токе (ε_{dc});
- диэлектрическая проницаемость на частоте 50 кГц ($\varepsilon_{50кГц}$),
- тангенс угла диэлектрических потерь на частоте 50 кГц ($tg\delta_{50кГц}$);
- электрическая прочность ($E_{пр}$).

4. **Методы исследования и оборудование.**

4.1 Измерение ρ_{dc} и ε_{dc} проводилось для образцов толщиной 2.0 мм (за исключением образца Relax IRON, 0.41 мм) с использованием прецизионного измерителя LCR LCR-78105G (производство компании GwInstek, Тайвань) в режиме постоянного тока.

4.2 Измерение $\varepsilon_{50кГц}$ и $tg\delta_{50кГц}$ проводилось для образцов толщиной 2.0 мм (за исключением образца Relax IRON, 0.41 мм) с использованием прецизионного измерителя LCR LCR-78105G (производство компании GwInstek, Тайвань) в режиме переменного тока.

4.3 Определение электрической прочности (напряжения пробоя) проводилось для образцов толщиной 0.4 мм с использованием Установки для проверки параметров электрической безопасности GPT-79803 (производство компании GwInstek, Тайвань)
Испытания проводились по методике описаной в ГОСТ 6433.3-71 Материалы электроизоляционные твердые. Методы определения электрической прочности при переменном и постоянном напряжении.

4.4 Плотность образцов определялась по формуле $\rho=P/V$, где P – вес образца, измеряемый взвешиванием на аналитических весах GH-252 (производство компании AND, Япония), V – объем образца, определяемый геометрически.

5. **Результаты испытаний.**

Образцы перед испытанием подвергались обезжириванию изопропиловым спиртом. У образцов FRICTION, CAST, PLA и PLA STONE верхняя поверхность была сильно искажена, поэтому перед обезжириванием она была подвергнута механической постобработке методом шлифования.

Результаты испытаний образцов приведены в таблице 1.

АО «Технопарк Слава», Москва, Научный проезд, дом 20, строение 2.,
тел.: +7 495 478 78 00 доб.242, www.technopark-slava.ru

Таблица 1

№	Материал	ρ_{dc}, Ом$^{-1}$см$^{-1}$	ε_{dc}	$\varepsilon_{50кГц}$	$tg\delta_{50кГц}$	$E_{пр}$, кВ/мм	Плотность образца, г/см^3
1	PETG (Relax)	4.8×10^{14}	3.37	3.26	0.0088	15.5	1.25
2	PP+	2×10^{15}	2.44	2.32	0,0006	28	0.85
3	Formax	9.1×10^{14}	3.82	3.54	0.0038	14.5	1.03
4	Asa CF	4.0×10^{13}	3.84	3.66	0.0075	5.7	0.98
5	HIPS	2.0×10^{14}	2.82	2.53	0.0021	22	0.97
6	ABS	1.4×10^{15}	3.15	3.06	0.0011	16	0.98
7	TPU D70	5.0×10^{11}	4.5	4.17	0.035	24.5	1.17
8	ULTRAX	6.7×10^{12}	3.8	3.56	0.021	21	1.00
9	EASY FLEX	2.9×10^{12}	6.04	5.49	0.017	24	1.14
10	SOFT FLEX	1.4×10^{12}	4.9	4.48	0.012	23.5	0.93
11	1284	3.5×10^{3}	3570	80.9	129	0.072	1.06
12	Clotho ABS	1.1×10^{14}	3.34	3.25	0.0041	16	1.07
13	RUBBER	4.0×10^{14}	3.40	3.15	0.0036	20.5	1.10
14	PPX	2.1×10^{14}	2.70	2.53	0.0009	21	0.85
15	ASA (ETERNAL)	3.2×10^{13}	3.35	3.21	0.0012	16	0.97
16	X-HIPS	2.8×10^{14}	3.01	2.89	0.0005	21	1.02
17	PLA	1.3×10^{13}	3.48	3.35	0.0106	16	1.18
18	PLA Stone	4.1×10^{12}	4.18	3.95	0.0056	15.5	1.48
19	CAST	6.6×10^{12}	3.19	2.88	0.0085	18	1.08
20	FRICTION	1.4×10^{12}	4.41	3.70	0.029	22	1.14

Зам. руководителя Технологического центра
Коллективного пользования
АО «Технопарк Слава», к.ф.-м.н. Чмутин И.А.

АО «Технопарк Слава», Москва, Научный проезд, дом 20, строение 2.,
тел.: +7 495 478 78 00 доб.242, www.technopark-slava.ru