

ОПИСАНИЕ ТИПА СТАНДАРТНОГО ОБРАЗЦА

СТАНДАРТНЫЙ ОБРАЗЕЦ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ (СОТС-1)

ГСО 149-86П

Назначение стандартного образца: испытания средств измерений, в том числе в целях утверждения типа, градуировка, поверка (калибровка) калориметров, используемых для определения удельной энтальпии и удельной теплоёмкости, установок и приборов дифференциальной сканирующей калориметрии и дифференциального термического анализа.

Область промышленности, производства, где преимущественно надлежит применять стандартный образец: атомная энергетика, микробиологическая и авиационная промышленности, геология и металлургия, химическая промышленность, научные исследования.

Описание стандартного образца: материал СОТС-1 – бесцветный или слегка окрашенный синтетический корунд по ТУ 6-09-3691-74 в виде стержня диаметром 4 мм, длиной 4-8 мм. Материал СО расфасован по 0,5 г и более по требованию заказчика в стеклянные виалы с винтовой крышкой и этикеткой.

Форма выпуска: единичное производство.

Метрологические характеристики: аттестованные характеристики - удельная энтальпия $H(T)-H(298,15)$ в интервале температур (90–2300) К, кДж/кг; - удельная теплоемкость C_p в интервале температур (90–2300) К, кДж/(кг·К);

Т а б л и ц а 1 – Нормированные метрологические характеристики

Температура измерения, Т, К	Аттестованная характеристика		Температура измерения, Т, К	Аттестованная характеристика	
	Удельная энтальпия $H(T)-H(298,15)$, кДж/кг	Удельная теплоемкость C_p , кДж/(кг·К)		Удельная энтальпия $H(T)-H(298,15)$, кДж/кг	Удельная теплоемкость C_p , кДж/(кг·К)
1	2	3	4	5	6
90	-96,15	0,09492	270	-20,931	0,7101
91	-96,06	0,09787	280	-13,705	0,7343
92	-95,95	0,10086	290	-6,246	0,7573
93	-95,85	0,10389	300	1,438	0,7792
94	-95,75	0,10696	310	9,334	0,7998
95	-95,64	0,11006	320	17,431	0,8194
96	-95,53	0,11320	330	25,719	0,8380
97	-95,41	0,11637	340	34,188	0,8556
98	-95,30	0,11957	350	42,828	0,8723
99	-95,17	0,12281	360	51,631	0,8881
100	-95,05	0,12608	370	60,588	0,9031
101	-94,92	0,12938	380	69,691	0,9173
102	-94,79	0,13271	390	78,932	0,9308
103	-94,66	0,13607	400	88,305	0,9437
104	-94,52	0,13945	410	97,803	0,9558

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
105	-94,38	0,14287	420	107,420	0,9674
106	-94,23	0,14630	430	117,149	0,9784
107	-94,08	0,14977	440	126,985	0,9888
108	-93,93	0,15326	450	136,924	0,9988
109	-93,78	0,15677	460	146,959	1,0083
110	-93,62	0,16031	470	157,088	1,0173
111	-93,46	0,16387	480	167,305	1,0260
112	-93,29	0,16745	490	177,606	1,0340
113	-93,12	0,17106	500	187,989	1,0423
114	-92,95	0,17468	510	198,449	1,0498
115	-92,77	0,17832	520	208,983	1,0570
116	-92,59	0,18199	530	219,588	1,0640
117	-92,41	0,18567	540	230,261	1,0707
118	-92,22	0,18936	550	241,001	1,0771
119	-92,03	0,19308	560	251,803	1,0833
120	-91,84	0,19681	570	262,666	1,0893
121	-91,64	0,20056	580	273,587	1,0950
122	-91,43	0,20432	590	284,565	1,1005
123	-91,22	0,20810	600	295,596	1,1058
124	-91,02	0,21189	610	306,680	1,1109
125	-90,80	0,21569	620	317,813	1,1158
126	-90,59	0,21951	630	328,994	1,1205
127	-90,37	0,22330	640	340,221	1,1249
128	-90,14	0,22717	650	351,492	1,1292
129	-89,91	0,23102	660	362,805	1,1333
130	-89,68	0,23488	670	374,158	1,1372
131	-89,44	0,23875	680	385,548	1,1408
132	-89,20	0,24263	690	396,973	1,1442
133	-88,96	0,24651	700	408,430	1,1473
134	-88,71	0,25040	710	419,96	1,1525
135	-88,46	0,25430	720	431,50	1,1560
136	-88,19	0,25821	730	443,08	1,1594
137	-87,93	0,26212	740	454,69	1,1627
138	-87,67	0,26604	750	466,33	1,1659
139	-87,41	0,26996	760	478,00	1,1690
140	-87,14	0,27389	770	489,71	1,1720
141	-86,85	0,27782	780	501,44	1,1748
142	-86,58	0,28175	790	513,20	1,1776
143	-86,29	0,28569	800	524,99	1,1804
144	-86,01	0,28962	810	536,81	1,1830
145	-85,72	0,29356	820	548,65	1,1855
146	-85,42	0,29750	830	560,52	1,1880
147	-85,12	0,30144	840	572,41	1,1904
148	-84,82	0,30538	850	584,33	1,1927

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
149	-84,51	0,30932	860	596,27	1,1949
150	-84,20	0,31326	870	608,23	1,1971
151	-83,88	0,31720	880	620,21	1,1992
152	-83,56	0,32114	890	632,21	1,2013
153	-83,24	0,32507	900	644,23	1,2033
154	-82,91	0,32901	910	656,28	1,2052
155	-82,58	0,33293	920	668,34	1,2071
156	-82,25	0,33686	930	680,42	1,2090
157	-81,91	0,34078	940	692,52	1,2109
158	-81,57	0,34470	950	704,64	1,2127
159	-81,22	0,34861	960	716,77	1,2145
160	-80,87	0,35252	970	728,93	1,2164
161	-80,52	0,35642	980	741,10	1,2182
162	-80,16	0,36032	990	753,29	1,2199
163	-79,80	0,36421	1000	765,5	1,2217
164	-79,43	0,36809	1010	777,7	1,2234
165	-79,06	0,37197	1020	790,0	1,2252
166	-78,68	0,37584	1030	802,2	1,2269
167	-78,31	0,37970	1040	814,5	1,2286
168	-77,93	0,38356	1050	826,8	1,2302
169	-77,54	0,38741	1060	839,1	1,2319
170	-77,15	0,39124	1070	851,4	1,2336
171	-76,76	0,39507	1080	863,8	1,2352
172	-76,36	0,39889	1090	876,1	1,2368
173	-75,96	0,40271	1100	888,5	1,2385
174	-75,56	0,40651	1110	900,9	1,2401
175	-75,15	0,41030	1120	913,3	1,2416
176	-74,73	0,41408	1130	925,7	1,2432
177	-74,32	0,41786	1140	938,2	1,2448
178	-73,90	0,42162	1150	950,6	1,2463
179	-73,48	0,42537	1160	963,1	1,2479
180	-73,05	0,42911	1170	975,6	1,2494
181	-72,62	0,43284	1180	988,1	1,2509
182	-72,18	0,43655	1190	1000,6	1,2525
183	-71,74	0,44026	1200	1013,2	1,2540
184	-71,30	0,44395	1210	1025,7	1,2555
185	-70,86	0,44764	1220	1038,3	1,2569
186	-70,406	0,45131	1230	1050,8	1,2584
187	-69,953	0,45497	1240	1063,4	1,2599
188	-69,496	0,45861	1250	1076,0	1,2612
189	-69,036	0,46224	1260	1088,7	1,2628
190	-68,572	0,46587	1270	1101,3	1,2642
191	-68,104	0,46947	1280	1113,9	1,2657
192	-67,633	0,47307	1290	1126,6	1,2671
193	-67,158	0,47665	1300	1139,3	1,2685

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
194	-66,680	0,48021	1310	1152,0	1,2699
195	-66,198	0,48377	1320	1164,7	1,2713
196	-65,712	0,48731	1330	1177,4	1,2727
197	-65,223	0,49084	1340	1190,1	1,2741
198	-64,730	0,49435	1350	1202,9	1,2756
199	-64,234	0,49785	1360	1215,6	1,2769
200	-63,735	0,50134	1370	1228,4	1,2783
201	-63,23	0,50481	1380	1241,2	1,2796
202	-62,726	0,50827	1390	1254,0	1,2810
203	-62,216	0,51171	1400	1266,8	1,2824
204	-61,702	0,51514	1410	1279,7	1,2838
205	-61,185	0,51856	1420	1292,5	1,2852
206	-60,665	0,52196	1430	1305,4	1,2866
207	-60,141	0,52535	1440	1318,2	1,2880
208	-59,614	0,52872	1450	1331,1	1,2893
209	-59,083	0,53208	1460	1344,0	1,2907
210	-58,550	0,53542	1470	1356,9	1,2921
211	-58,013	0,53875	1480	1369,9	1,2935
212	-57,472	0,54207	1490	1382,8	1,2949
213	-56,920	0,54537	1500	1395,8	1,2963
214	-56,382	0,54866	1510	1408,7	1,2977
215	-55,837	0,55193	1520	1421,7	1,2990
216	-55,278	0,55519	1530	1434,7	1,3004
217	-54,721	0,55843	1540	1447,7	1,3018
218	-54,161	0,56166	1550	1460,8	1,3032
219	-53,597	0,56487	1560	1473,8	1,3046
220	-53,031	0,56807	1570	1486,8	1,3060
221	-52,461	0,5713	1580	1499,9	1,3074
222	-51,889	0,5744	1590	1513,0	1,3088
223	-51,313	0,5776	1600	1526,0	1,3101
224	-50,733	0,5807	1610	1539,2	1,3115
225	-50,151	0,5839	1620	1552,3	1,3129
226	-49,566	0,5870	1630	1565,5	1,3143
227	-48,977	0,5901	1640	1578,6	1,3157
228	-48,386	0,5931	1650	1591,8	1,3171
229	-47,791	0,5962	1660	1604,9	1,3185
230	-47,193	0,5993	1670	1618,1	1,3198
231	-46,592	0,6023	1680	1631,3	1,3212
232	-45,989	0,6053	1690	1644,6	1,3226
233	-45,382	0,6083	1700	1657,8	1,3241
234	-44,772	0,6113	1710	1671,0	1,3255
235	-44,159	0,6143	1720	1684,3	1,3268
236	-43,543	0,6173	1730	1697,6	1,3282
237	-42,925	0,6202	1740	1710,9	1,3295
238	-42,303	0,6232	1750	1724,2	1,3308
239	-41,678	0,6261	1760	1737,6	1,3320

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6
240	-41,050	0,6290	1770	1750,9	1,3332
241	-40,420	0,6319	1780	1764,3	1,3344
242	-39,787	0,6348	1790	1777,8	1,3355
243	-39,150	0,6377	1800	1791,2	1,3367
244	-38,511	0,6406	1820	1816,6	1,339
245	-37,870	0,6434	1840	1843,5	1,342
246	-37,225	0,6462	1860	1870,3	1,345
247	-36,577	0,6491	1880	1897,3	1,348
248	-35,926	0,6519	1900	1924,2	1,351
249	-35,273	0,6546	1920	1951,3	1,354
250	-34,617	0,6574	1940	1978,4	1,358
251	-33,958	0,6602	1960	2005,6	1,361
252	-33,296	0,6629	1980	2032,8	1,364
253	-32,631	0,6657	2000	2060,1	1,367
254	-31,964	0,6684	2020	2087,5	1,370
255	-31,295	0,6711	2040	2115,0	1,373
256	-30,623	0,6738	2060	2142,5	1,376
257	-29,948	0,6765	2080	2170,0	1,380
258	-29,270	0,6792	2100	2197,6	1,383
259	-28,589	0,6818	2120	2225,3	1,386
260	-27,905	0,6845	2140	2253,1	1,389
261	-27,220	0,6871	2160	2280,9	1,392
262	-26,537	0,6897	2180	2308,8	1,395
263	-25,847	0,6923	2200	2336,7	1,398
264	-25,146	0,6949	2220	2364,7	1,402
265	-24,450	0,6975	2240	2392,8	1,405
266	-23,752	0,7000	2260	2420,9	1,408
267	-23,057	0,7026	2280	2449,1	1,411
268	-22,347	0,7051	2300	2477,3	1,414
269	-21,640	0,7077			

Границы допускаемых значений относительных погрешностей аттестованных значений удельной энтальпии при доверительной вероятности 0,95 в соответствующих диапазонах температур в процентах, приведены в таблице 2.

Т а б л и ц а 2

Диапазон температур, К	Границы допускаемых значений относительных погрешностей аттестованных значений удельной энтальпии при P=0,95, %
от 90 до 270 вкл.	±0,10
св. 270 до 1173 вкл.	±0,15
св. 1173 до 2300 вкл.	±0,30

Границы допускаемых значений относительных погрешностей аттестованных значений удельной теплоемкости при доверительной вероятности 0,95 в соответствующих диапазонах температур в процентах, приведены в таблице 3.

Т а б л и ц а 3

Диапазон температур, К	Границы допускаемых значений относительных погрешностей аттестованных значений удельной теплоемкости при $P=0,95$, %
от 90 до 270 вкл.	$\pm 0,10$
св. 270 до 1573 вкл.	$\pm 0,25$
св. 1573 до 1800 вкл.	$\pm 0,40$
св. 1800 до 2000 вкл.	$\pm 1,00$
св. 2000 до 2300 вкл.	$\pm 1,50$

Срок годности экземпляра: 70 лет.

Знак утверждения типа: наносят полиграфическим способом в правый верхний угол первого листа паспорта и в правый верхний угол этикетки стандартного образца утвержденного типа.

Комплектность стандартного образца: экземпляр стандартного образца снабжён паспортом стандартного образца и этикеткой, оформленными согласно ГОСТ Р 8.691-2010 «Стандартные образцы материалов (веществ). Содержание паспортов и этикеток».

Документы, устанавливающие требования к стандартному образцу:

1. Техническая документация, по которой выпущен стандартный образец: техническое задание «Государственный стандартный образец термодинамических свойств (СОТС-1) ($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$), утвержденное в январе 1986 г., с изменением № 1 от 27.02.2020.

2. Документы, определяющие применение стандартного образца:

ГОСТ 8.159-75 ГСИ. Государственный специальный эталон и общесоюзная поверочная схема для средств измерений удельной теплоемкости твердых тел в диапазоне температуры от 400 до 1800 К;

ГОСТ Р 8.872-2014 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений удельной энтальпии и удельной теплоемкости твердых тел в диапазоне температуры от 700 до 1800 К;

ГОСТ Р 55134-2012 (ИСО 11357-1:2009) Пластмассы. Дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК). Часть 1. Общие принципы;

ГОСТ Р 55135-2012 (ИСО 11357-2:1999) Пластмассы. Дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК). Часть 2. Определение температуры стеклования;

ГОСТ Р 56724-2015 (ИСО 11357-3:2011) Пластмассы. Дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК). Часть 3. Определение температуры и энтальпии плавления и кристаллизации;

ГОСТ Р 56754-2015 (ИСО 11357-4:2005) Пластмассы. Дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК). Часть 4. Определение удельной теплоёмкости;

ГОСТ Р 56755-2015 (ИСО 11357-5:1999) Пластмассы. Дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК). Часть 5. Определение характеристических температур и времени по кривым реакции, определение энтальпии и степени превращения;

ГОСТ Р 56756-2015 (ИСО 11357-6: 2008) Пластмассы. Дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК) Часть 6. Определение времени окислительной индукции (изотермическое ВОИ) и температуры окислительной индукции (динамическая ТОИ);

ГОСТ Р 56757-2015 (ИСО 11357-7:2002) Пластмассы. Дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК). Часть 7. Определение кинетики кристаллизации;
ГОСТ Р 56721-2015 (ИСО 11358-1:2014) Пластмассы. Термогравиметрия полимеров. Часть 1. Общие принципы;
ГОСТ Р 56722-2015 (ИСО 11358-2:2014) Пластмассы. Термогравиметрия полимеров. Часть 2. Определение энергии активации;
ГОСТ Р 57996-2017 (ASTM E 2070-13) Композиты полимерные. Дифференциальная сканирующая калориметрия. Определение энергии активации, предэкспоненциального множителя и порядка ре-акции;
ГОСТ Р 57985-2017 (ASTM E 698-16) Композиты полимерные. Определение констант кинетического уравнения Аррениуса термически нестабильных материалов с использованием дифференциальной сканирующей калориметрии и метода Флинна – Уолла – Озавы;
ГОСТ Р 57952-2017 (ASTM D 4591-07:2012) Полимеры фторсодержащие. Определение значений температуры и теплоты переходов методом дифференциальной сканирующей калориметрии;
ГОСТ Р 57969-2017 (ASTM E 2716-09(2014)) Композиты полимерные. Определение удельной теплоемкости методом дифференциальной сканирующей калориметрии с температурной модуляцией;
ГОСТ Р 57920-2017 (ИСО 11409:1993) Пластмассы. Смолы фенольные. Определение теплоты и температуры реакции методом дифференциальной сканирующей калориметрии.

- методики поверки:

МП 2416-0034-2016 «Приборы комбинированные термического анализа модификаций DSC x/x+, HP DSC x+, TGA/DSC x/x+, TGA x, TMA/SDTA x/x+, DMA/SDTA x, DMA x. Методика поверки»;
МП 2413-0035-2015 «Анализаторы термические универсальные моделей LABSYS EVO, SETSYS EVO, TGA96EVO, SENSYS EVO фирмы «SETARAM Instrumentation», Франция. Методика поверки»;
МП 2413-0036-2015 «Калориметры дифференциальные сканирующие моделей DSC131 EVO, MICRO DSC7 EVO, MICRO SC, MHTC96 EVO фирмы «SETARAM Instrumentation», Франция. Методика поверки»;
МП 2413-0031-2013 «Термоанализаторы синхронные модели STA8000 фирмы «PerkinElmer, Inc», США»;
МП 2413-0041-2015 «Термоанализаторы синхронные модели STA6000 фирмы «PerkinElmer, Inc», США»;
МП 2413-0042-2016 «Калориметры дифференциальные сканирующие моделей DSC4000, DSC6000, DSC8000, DSC8500 фирмы «PerkinElmer, Inc», США. Методика поверки»;
МП 2416-0039-2018 «Термоанализаторы синхронные модели Discovery SDT 650. Методика поверки»;
МП 2413-0043-2017 «ГСИ. Анализаторы термогравиметрические моделей Discovery TGA 5500, Discovery TGA 550, Discovery TGA 55, TGA-HP50. Методика поверки»;
МП 2413-0046-2017 «Калориметры дифференциальные сканирующие моделей Discovery DSC 2500, Discovery DSC 250, Discovery DSC 25. Методика поверки»;
МП 2413-0029-2013 «Термоанализаторы синхронные STA модификаций STA 409 PC, STA 449 C, STA 409 CD, STA 449 F1, STA 449 F3, TG 209 F3, TG 209 F1 фирмы «NETZSCH-Geratebau GmbH», Германия». Методика поверки»;
МП 2413-0028-2013 «Калориметры дифференциальные сканирующие модификации DSC фирмы «NETZSCH-Geratebau GmbH», Германия». Методика поверки»;
МП 2413-0032-2014 «Калориметры дифференциальные сканирующие модификации DSC 214 Polyma фирмы "NETZSCH-Geratebau GmbH", Германия». Методика поверки»;

МП 2413-0040-2015 «Термоанализаторы синхронные модификаций STA 449 F5 Jupiter, STA 2500 Regulus фирмы «NETZSCH-Geratebau GmbH», Германия». Методика поверки»;
МП 2416-0029-2015 «Термоанализаторы динамическо-механические модификации DMA 242 C, DMA 242 D, DMA 242 E. Методика поверки»;
МП 2416-0040-2018 «ГСИ. Калориметры дифференциальные сканирующие DSC 3500 Sirius. Методика поверки»;
МИ 130-77 ГСИ. Методика аттестации установок для определения удельной теплоемкости и удельной энтальпии твердых веществ и материалов;
МИ 115-77 ГСИ. Методика поверки рабочих средств измерений теплопроводности, удельной теплоемкости и температуропроводности твердых тел;
МИ 496-84 ГСИ. Микрокалориметр дифференциальный сканирующий. Методика поверки.

3. Наименование и обозначение нормативного документа на Государственную поверочную схему:

- ГОСТ 8.159-75 ГСИ. Государственный специальный эталон и общесоюзная поверочная схема для средств измерений удельной теплоемкости твердых тел в диапазоне температуры от 400 до 1800 К;
- ГОСТ Р 8.872-2014 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений удельной энтальпии и удельной теплоемкости твердых тел в диапазоне температуры от 700 до 1800 К.

4. Периодичность актуализации технической документации на стандартный образец:
не реже одного раза в пять лет.

Номер экземпляра (партии), дата выпуска: представлены в целях переоформления свидетельства и внесения изменений, не влияющих на метрологические характеристики, экземпляры № 1 - № 1000, 16 января 1986 г.

Изготовитель: Уральский научно-исследовательский институт метрологии – филиал Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им.Д.И.Менделеева» (УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»), 620075, г. Екатеринбург, ул. Красноармейская, 4, ИНН 7809022120, e-mail: uniim@uniim.ru.

Заявитель: Уральский научно-исследовательский институт метрологии – филиал Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им.Д.И.Менделеева» (УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»), 620075, г. Екатеринбург, ул. Красноармейская, 4, e-mail: uniim@uniim.ru.

Заместитель
Руководителя Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии

_____ А.В. Кулешов
подпись расшифровка подписи

М.П. «__» _____ 2020 г.