

## ВЫСОКОТОЧНЫЕ ТЕРМОСТАТЫ С ФЛЮИДИЗИРОВАННОЙ СРЕДОЙ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕМПЕРАТУР от –100 до 1100°С

Термостаты с сухой флюидизированной (псевдожидкостной) средой рекомендуются международными нормативными документами, в частности стандартом ASTM E 220-02 «Стандартные методы испытаний при калибровке термодпар методом сравнения», в качестве средства калибровки в диапазоне температур от –70 до 980°С и достаточно широко распространены за рубежом. В России флюидизированные термостаты практически не известны и не упоминаются в действующих стандартах как одно из средств поверки.

Пионер в разработке технологии термостатов с флюидизированной средой, компания Techne, производит термостаты для температур от –100°С до 1100°С.

В термостате в качестве рабочей флюидизируемой среды используется мелкодисперсная

окись алюминия. Поток газа, проходя через пористую распределительную пластину, продувается через слой окиси алюминия, в результате чего он разделяется на отдельные частицы, перемешивающиеся в потоке газа, что придает среде вид кипящей жидкости. Помимо текучести, как у жидкости, флюидизированная среда обладает высокой теплопроводностью. При нагреве частицы среды быстро передают тепло по всему термостату и нагревают предметы, погруженные в него. Температура среды быстро устанавливается на любом заданном уровне (не более 90 минут для максимального). Среда не имеет точек плавления и кипения в рабочем диапазоне температур, поэтому не возникает проблем с затвердеванием, как у соляных термостатов, или парами, как у жидкостных термостатов.



Компания «Тесей» является официальным дилером Techne в России. Мы предлагаем термостаты с флюидизированной средой нескольких серий.

### Термостаты серии SBL.

Компактные и сравнительно недорогие термостаты со стабильностью поддержания температуры  $\pm 1^\circ\text{C}$ , которые можно применять для поверки средств измерений или температурной обработки материалов. Диапазон регулирования 50–350°С для термостатов SBL-1 и 50–600°С для термостатов SBL-2. Термостаты SBL-2 выпускаются нескольких модификации, с глубиной погружения 140 и 350 мм. При комплектации дополнительным ПИД-регулятором TC-8D термостаты могут поддерживать температуру со стабильностью  $\pm 0.3^\circ\text{C}$ .

### Термостаты серии FB-08.

Термостат FB-08 можно применять для решения множества метрологических и научно исследовательских задач. Его характеристики удовлетворяют требованиям ГОСТ Р 8.624-2007, ГОСТ 8.338-2002, ГОСТ 8.611 к печам. Диапазон регулирования 50–700°С. Технические характеристики термостата приведены в таблице 1. По нашим данным исследования температурного поля термостата FB-08 при температурах до 600°С включительно радиальный градиент не превышает  $0.07^\circ\text{C}/\text{см}$ , осевой градиент не превышает  $0.01^\circ\text{C}/\text{см}$ .

Установленные характеристики термостата позволяют проводить поверку эталонного термометра сопротивления 3-го разряда ЭТС-100 методом непосредственного сличения с ПТС-10 2-го разряда. Результаты расчета показывают, что расширенная неоднородность поверки на уровне температуры затвердевания алюминия (660°С) составляет  $0.14^\circ\text{C}$  при требуемой доверительной погрешности ЭТС 100  $0.15^\circ\text{C}$ .

Характеристики термостата позволяют использовать его для реализации реперных точек индия, олова, цинка и алюминия. Термостат практически незаменим при определении термоэлектрического эффекта в термометрах сопротивления и при изучении термоэлектрической неоднородности в термопарах.

Согласно требованиям ГОСТ 8.338 поверке подлежат термоэлектрические преобразователи с длиной погружаемой части не менее 250 мм, что объясняется конструкцией градуировочной печи. Для поверки термоэлектрических преобразователей с длиной погружаемой части менее 250 мм ранее применялись методические указания МИ 70.32-87 (на сегодня не действуют), позволяющие поверять короткие датчики до температуры 700°С с применением оловянного термостата. Данная методика не получила широкого распространения из-за отсутствия серийно выпускаемых оловянных термостатов и сложностью работы с ними. При использовании термостата FB-08 минимальная дли-

на погружаемой части уменьшается от 250 до 50 мм (для преобразователей диаметром 3–5 мм), при условии обеспечения на переходной втулке (клеммной головке) температуры не выше 100С. Специалистами компании «Тесей» была разработана методика поверки термопар длиной менее 250 мм с использованием термостата с флюидизированной средой FB-08. Методика утверждена и зарегистрирована в установленном порядке под номером МИ 3090-2007.

Модификация термостата FB-08LT предназначена для реализации температур от –100°С до 200°С, при условии подключения к термостату жидкого азота.

Модификация FB-08С имеет диапазон регулирования от 50°С до 700°С и предназначена для проведения автоматической поверки СИ на заданных уровнях температуры. Особенностью этой ус-

тановки является автоматический режим остановки потока воздуха на небольшое время для достижения стабильности поддержания температуры менее 0.01°С/мин.

Серию высокотемпературных термостатов представляет **термостат BFS** с диапазоном температур от 200°С до 1100°С. Технические характеристики термостата приведены в таблице 1.

Флюидизированные термостаты обладают безусловными преимуществами как перед масляными термостатами, так и перед сухоблочными калибраторами и трубчатыми печами, что делает их, на наш взгляд, лучшим вспомогательным средством измерения и поддержания температуры при проведении поверки, калибровки, градуировки, или температурной обработки в диапазоне температур от –100°С до 1100°С.

**Таблица 1. Технические характеристики термостатов с флюидизированной средой.**

	<b>BFS</b>	<b>FB-08</b>	<b>SBL-2</b>
Диапазон регулирования, °С	200–1100°С	50–700°С	50–600°С
Стабильность поддержания температуры	± 0.5°С	± 0.3°С (0.08°С/мин)*	±1°С (±0.3°С при использовании ТС-8D)
Однородность температуры в рабочем объеме	при 350°С ± 0.5°С	при 200°С ± 0.2°С (0.02°С/см)*	–
	при 600°С ± 2.0°С	при 400°С ± 0.4°С (0.04°С/см)*	–
	при 1000°С ± 3.5°С	при 600°С ± 0.8°С (0.08°С/см)*	–
Номинальная мощность нагревателей, кВт	6	3	3
Давление воздуха, кПа (пси)	47 (7)	420 (60)	21 (3)
Максимальный расход, литров/минута	85	127	57
Масса рабочей среды: оксид алюминия оксид циркония	17 кг 7.3 кг	16 кг –	16 кг –
Размер рабочей зоны: Диаметр x Глубина, мм	82.5 x 203	150 x 300	228 x 140
Внутренний размер: Диаметр x Глубина, мм	218 x 260	165 x 385	–
Внешний размер: Д x Ш x В, мм	686 x 686 x 876	770 x 515 x 600	385 x 470 (D x H)

\* – по данным исследований ПК «Тесей».