

Термометры, показывающие температуру в результате прямого контакта с измеряемой средой, являются соприкасающимися термометрами. Вначале они должны перенять температуру измеряемой среды, чтобы далее воспроизвести ее. На самом деле всегда измеряется только температура термобаллона (или температурного щупа, коротко: щупа).

Данный принцип измерения действует на основе Нулевого Начала термодинамики. Оно утверждает, что между системами с различными температурами теплообмен происходит до тех пор, пока не будет достигнуто термическое равновесие. Поскольку термометры погружаются в измеряемую среду не полностью, на результат измерения оказывают влияние другие системы в виде условий окружающей среды и условий установки. Для достижения хорошего результата измерения решающим является сведение до минимума вредных воздействий. В последующем специально приводится правильная интерпретация термобаллонов для манометрических и биметаллических термометров.

## 1. Глубина погружения термобаллона

Чувствительная к температуре часть термобаллона определяет его **активную длину  $L_a$** .  $L_a$  варьируется в зависимости от принципа измерения, диапазона измерения термометра и **диаметра термобаллона  $d_F$** . Конкретные значения содержатся в проспектах каталога.

Для метрологически точного воспроизведения температуры **глубина погружения  $E_t$**  механических термобаллонов в измеряемую среду должна составлять  $2,5 \times d_F$ , однако не менее, чем на 20 мм длиннее, чем  $L_a$ .

Конечно, имеют место и сложные условия установки. Не везде возможно реализовать метрологически оптимальную глубину погружения. Часто требуются очень короткие термобаллоны с глубиной погружения, уменьшенной до активной длины  $L_a$ . Поэтому указанные в проспектах каталога минимальные длины  $L_{min}/L1min$ , как обычно принято в данной сфере, ориентируются на длину  $L_a$ .

Метрологически оптимальную глубину погружения возможно реализовать термобаллонами следующей заказанной длины:

$$L \geq L_{min} + 2,5 \times d_F \text{ или } L1 \geq L1min + 2,5 \times d_F$$

для  $d_F \geq 8 \text{ мм}$

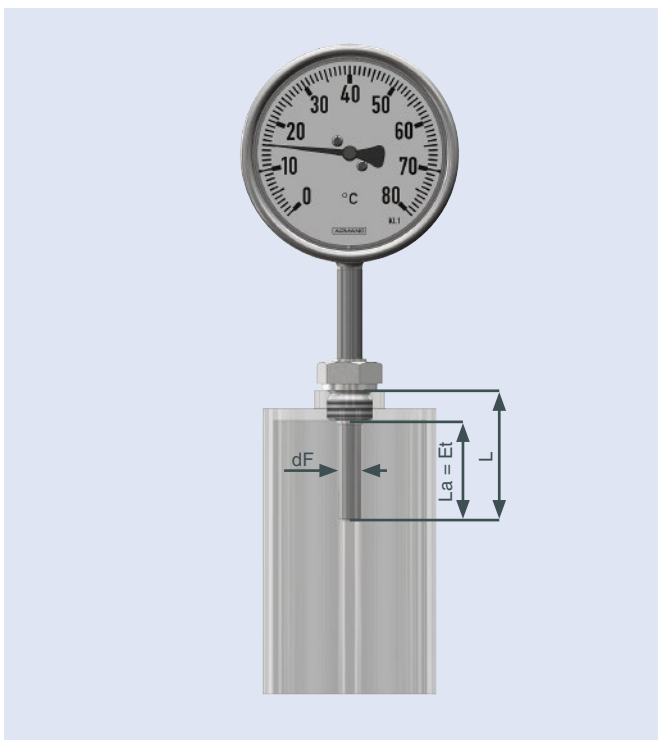
$$L \geq L_{min} + 20 \text{ мм или } L1 \geq L1min + 20 \text{ мм}$$

для  $d_F < 8 \text{ мм}$

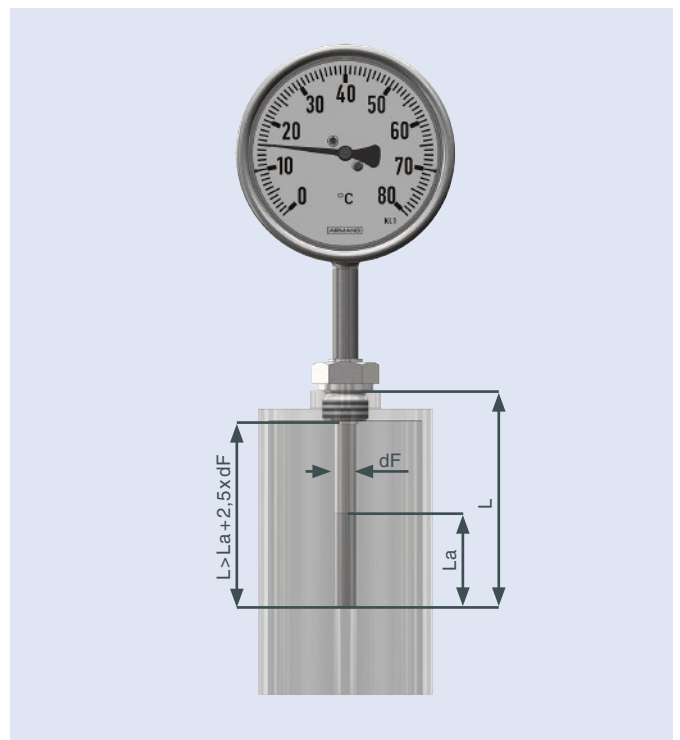
При более коротких термобаллонах необходимо обращать внимание на следующие моменты:

- величина погрешности измерения в решающей степени зависит от процесса и оснащения места измерения температуры и, т. о., находится вне зоны влияния изготовителя.
- Физически обусловленную разность между показываемой температурой и температурой измеряемой среды возможно удовлетворительно снизить только при медленно протекающих температурных процессах и постоянной температуре окружающей среды около 23 °C.

### метрологически невыгодная глубина погружения



### метрологически выгодная глубина погружения



[1] Ф. Бернхард, Техническое измерение температуры, издательство Шпрингер Берлин Хайдельберг 2014

[2] VDI/VDE 3511 Технические измерения температуры 1994/96

[3] VDI/VDE 3522 Динамическое поведение соприкасающихся термометров / Основы и значения 2014

## 2. Интерпретация термометров для высокой температуры измеряемой среды

### Область применения:

- ARMANO биметаллические и манометрические термометры с жестким соединением с термобаллоном
- диапазоны показания, начиная от конечной температуры 400 °C

Расстояние между корпусом и активной длиной  $L_a$  для выше названных вариантов термометров должно составлять не менее 130 мм. Это необходимо как для технологии процесса изготовления, так и по метрологическим причинам и для технологии применения.

### неподходящая конфигурация прибора



С помощью простого подсчета можно проверить, соответствуют ли стандартная длина шейки  $h$  по проспекту каталога и „заказываемая“ монтажная длина  $L/L_1$  требованиям по минимальному расстоянию между корпусом и  $L_a$ . В противном случае, чтобы реализовать требуемую монтажную длину и необходимое расстояние до корпуса, имеется выбор между различными конфигурациями термометров.

## Расчет минимальной длины шейки (hb) для высокой температуры измеряемой среды

$$hb = 130 + La - L$$

Сравнение со стандартной длиной шейки:

**hb ≤ h** Может применяться указанная в проспекте каталога стандартная длина шейки.

**hb > h** Необходимо выбрать одну из следующих конфигураций:

а) A3 + дополнительная шейка



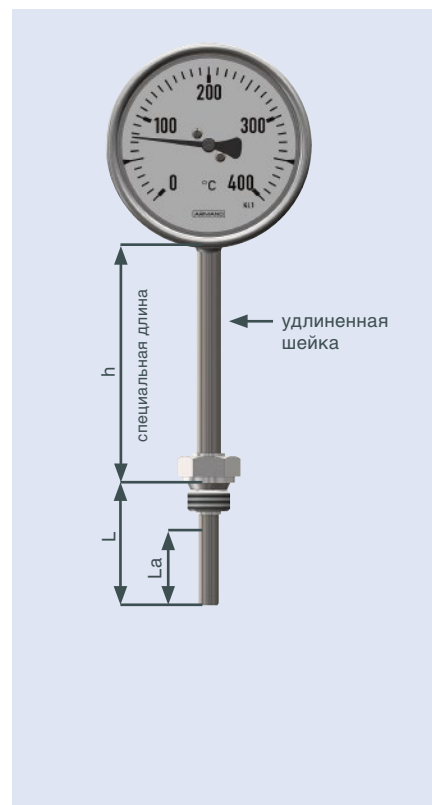
Термобаллон тип A3/B3 от L=220 мм. Данный термобаллон может комбинироваться с одной из наших стандартизированных дополнительных шеек, чтобы получить маленькую монтажную длину с выгодным расстоянием до корпуса.

б) A5



Термобаллон тип A5/B5 от L=200 мм (регулируемая соединительная подвижная гайка)

с) A4.1 с удлиненной шейкой



Термобаллон (напр., A/B 4.1) с удлиненной шейкой

Знаки, применяемые в формуле, сокращения:

Et [мм]	<b>глубина погружения</b> термобаллона в измеряемую среду
h [мм]	<b>длина шейки</b> по проспекту каталога: соединение корпуса термометра со щупом также обозначено в зависимости от типа: h1, h2, h3, h6, h8, h9
hb [мм]	<b>расчитанная минимальная длина шейки</b> для высокой температуры измеряемой среды
La [мм]	<b>активная длина</b> термобаллона (в зависимости от типа ⇒ проспект каталога)
L [мм]	<b>длина</b> термобаллона:
	<b>монтажная длина</b> для цельноточеных резьбовых соединений и вариантов без резьбы
L1 [мм]	<b>длина</b> термобаллона:
	<b>монтажная длина</b> для комбинированных или регулируемых соединений
dF [мм]	<b>диаметр</b> термобаллона