

## КОЛЬЦА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ от 660°C до 1750°C

Кольца для Контроля Температуры (ККТ) – высокоточные индикаторы температуры, внешне представляющие собой керамические кольца, способные изменять свои геометрические параметры в зависимости от количества поглощенного тепла. ККТ воспринимают как радиационное, так и конвективное тепловое воздействие. Результат воздействия выражается в виде одного числового параметра – «температуры кольца», который удобно использовать для практических измерений.

ККТ могут использоваться в различных технологических печах и в различных средах, таких как кислород, азот, воздух и вакуум.

Представлено 6 моделей ККТ предназначенных для работы в различных диапазонах температур внутри интервала от 660°C до 1750°C.



### Принцип работы

В зависимости от количества получаемого тепла кольцо практически линейно уменьшается в диаметре, при условии, что оно находится в рабочем диапазоне температур. ККТ изменяет свой диаметр именно в зависимости от количества тепла, полученного им в процессе теплового воздействия, а не от максимальной температуры, в которой оно находилось во время процесса.

После применения диаметр кольца измеряется микрометром (для удобства и большей точности цифровым микрометром), результат переводится по специальным таблицам, учитывающим время воздействия, в условную «температуру кольца», упрощающую сравнение результатов и их корреляцию с тепловым процессом.

Диаметр ККТ после отжига характеризует действительное температурное воздействие в точке, где было расположено кольцо. Максимальный разброс показаний ККТ одного типа при одних и тех же условиях проведения теплового процесса (скорость разогрева, достигнутая температура,

время выдержки в стационарном режиме) не более 3°C «температуры кольца».

Максимальное время теплового процесса в зависимости от температуры составляет от 2 до 10 часов.

При времени теплового процесса 1 час чувствительность ККТ к температуре составляет от 6 до 10 микрон на 1°C «температуры кольца».



### Измерение

Диаметр ККТ легко измеряется микрометром, для этого требуется всего одно измерение (как показано на рисунке). Специализированный микрометр имеет цельную эргономичную основу с площадкой для размещения кольца, которая обеспечивает корректное расположение кольца, что повышает достоверность измерения и позволяет отказаться от их повторения. Конструкция не только упрощает измерительный процесс, но также улучшает повторяемость и воспроизводимость измерений «температуры кольца».



## Модификации ККТ

Диапазон температур	Модификация ККТ	Цвет
660–1100°C	AQS	Зеленый
850–1100°C	ETH	Бежевый
970–1250°C	LTH	Розовый
1130–1400°C	STH	Бирюзовый
1340–1520°C	MTH	Кремовый
1450–1750°C	HTH	Белый

Размеры ККТ: внешний диаметр 20 мм, внутренний диаметр 10 мм, высота 7 мм

### Оптимизация теплового процесса печи

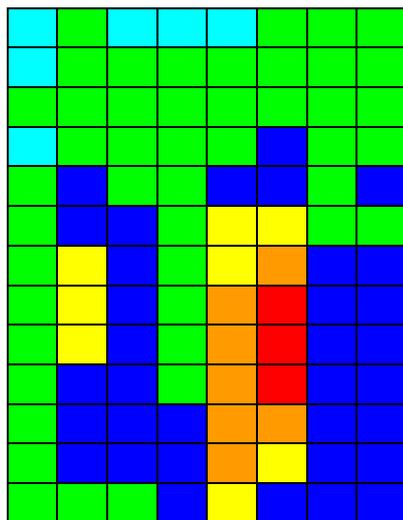
Процедура установления оптимального теплового режима заключается в расположении ККТ по всему объему печи и определении «температур кольца» после завершения теплового процесса, что позволяет обнаружить и определить «холодные» и «горячие» зоны внутри печи.

Используя карту распределения «температур колец», можно оптимизировать тепловой режим, перемещая источники тепла или управляющие

термопары, согласно показаниям ККТ. Соответствие «температуры кольца» действительной величине температуры во многом зависит от конкретных условий теплового процесса в печи.

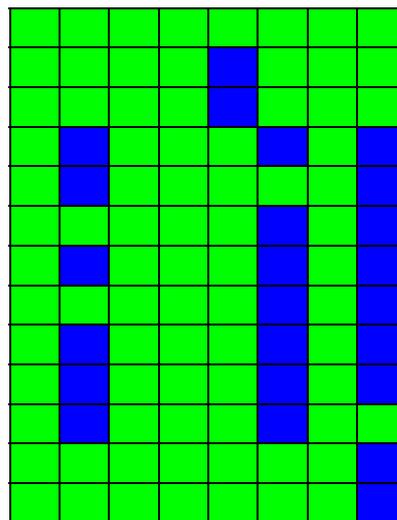
После оптимизации температурного поля печи рекомендуется регулярно применять ККТ для мониторинга поля и обнаружения постепенных изменений, по мере того как они появляются, до того как они скажутся на качестве продукции.

#### Карты распределения температур в печи (пример)



До оптимизации печи

	1095-1099		1100-1104
	1105-1109		1110-1114
	1115-1119		1120-1124



После оптимизации печи

	1105-1109		1100-1104
--	-----------	--	-----------

#### Определение «номинальной температуры кольца»

Для сравнения однотипных тепловых процессов с помощью ККТ необходимо определить «номинальную температуру кольца». Это достигается установкой ККТ в серию тепловых процессов и сравнением их «температур колец» с качеством производимой продукции и показаниями иных дат-

чиков температуры (термопарами, пирометрами). «Температура кольца», которая соответствует продукции наилучшего качества и тепловому процессу, проведенному по всем требованиям, без отклонений действительной температуры от нормы, должна быть использована как номинальная.