

Контроль высокотемпературной термической обработки кирпича и изделий из керамики

Аннотация

В данном информационном буклете описан способ контроля температурного профиля термической печи с помощью автономной системы измерения температуры Kiln Tracker производства фирмы DATARAQ. Описаны основные технические характеристики составных частей системы. Система позволяет получить информацию о нагреве изделия в каждой зоне печи и оценить соответствие процесса термической обработки технологическим стандартам и качество конечного продукта. Система значительно упрощает процесс периодической аттестации печей по однородности температурного профиля. Программное обеспечение позволяет создать банк данных предприятия по всем технологическим процессам термической обработки.

Контроль температуры и температурных полей в процессах термической обработки кирпича и керамики в проходных, кольцевых, камерных и др. печах очень важен для получения высококачественного конечного продукта и оптимизации затрат электроэнергии или энергоносителей.

В настоящем тексте рассматривается относительно простой в применении, но надежный и точный способ контроля температурного профиля термической печи с помощью автономной системы измерения температуры Kiln Tracker. Фирма DATARAQ, имея 25-летний опыт работы, известна как ведущий мировой изготовитель таких систем. Основная особенность системы заключается в том, что регистратор данных находится внутри печи (или проходит через нее) и защищен от воздействия температуры термозащитным контейнером. С помощью сравнительно коротких кабельных термопар, выведенных из теплоизоляции, может быть измерена температура в контрольных точках печи для определения температурного поля и соответствия его технологическим стандартам или температура изделий в течение всего процесса обработки. Таким образом, потребитель достаточно быстро получает надежные данные о температурных режимах оборудования, необходимые для системы контроля качества и безопасности технологического процесса.

Системы контроля процессов в печи Kiln Tracker модульные (рис. 1) и могут конфигурироваться в зависимости от характеристик процесса и требований Заказчика. Ядром системы всегда служит автономный регистратор данных модели Траq21, у которого 8 или 10 измерительных каналов могут использовать один из шести возможных типов термопар (рис. 2, таблица), а точность измерения термоЭДС отвечает самым строгим требованиям (до $\pm 0,2$ °C).

Электроника самого регистратора рассчитана на длительную работу при 110 °C. Перед использованием оператор программирует регистратор с помощью компьютера, задавая момент начала работы, число термопар и частоту опроса каналов. При этом возможно изменить частоту опроса каналов в заданный момент времени или по достижении определенной температуры, если в процессе обработки происходит резкий нагрев или охлаждение изделия. Таким образом, возможно получение детальной картины быстропротекающего переходного процесса. Память регистратора рассчитана на 130 тысяч измерений. Питание регистратора автономное, от перезаряжаемого аккумулятора (70 °C) или от высокотемпературных литиевых батарей (110°C) (рис.2.)



Рис. 1. Компоненты системы контроля процессов в печи "Kiln Tracker"



Рис. 2. Регистратор данных Трап21 и типы входных сигналов термопар

Типы входных сигналов (термопар) регистратора и их характеристики*

Тип ТП по ГОСТ 6616-94	J (1-й кл.)	K (1-й кл.)	N (1-й кл.)	R (2-й кл.)	S (2-й кл.)	B (2-й кл.)
Диапазон рабочих температур, °C	0 – 800	0 – 1300	0 – 1300	0 – 1600	0 – 1600	0 – 1700
Погрешность термопары, %	0,4	0,4	0,4	0,25	0,25	0,25
Погрешность измерения термоЭДС, ±°C	0,2	0,3	0,4	0,7	0,8	1,0

* Разрешение во всех случаях равно 0,1 °C.

В качестве датчиков температуры обычно используются гибкие кабельные термопары типов К (ХА) или N (НН) в металлической оболочке из жаростойких сплавов инконель или никробель 1-го класса точности с погрешностью измерения температуры не более 0,4 %. Наружный диаметр кабельных термопар 1,5 или 3,0 мм. При предельных рабочих температурах кабельные термопары используются однократно для исключения роста погрешности при повторной эксплуатации вследствие дрейфа термоЭДС. Для особых случаев (например, для аттестации высокотемпературных печей) возможно также использование термопар из драгоценных металлов с погрешностью измерения температуры не хуже 0,25 %.

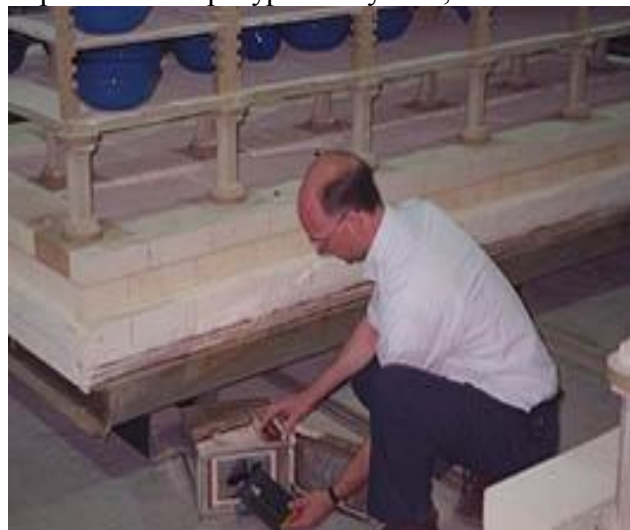


Рис. 3. Установка защитного контейнера с регистратором перед пуском в печь.

Чтобы защитить регистратор от воздействия высоких температур в процессе эксплуатации, перед проведением измерений его помещают в термозащитный контейнер, внутри которого рабочая температура регистратора не превышает 110 °С. Теплозащита обеспечивается с помощью барьера-испарителя, заполненного водой, и наружного волокнистого теплоизоляционного материала (см. рис. 5). Барьер-испаритель может не применяться для менее напряженных процессов, но регистратор комплектуется контейнером с теплопоглотителем (соль с температурой плавления +70 °С). Всего разработано более 200 видов термозащитных контейнеров для разных условий эксплуатации (рис. 4, 5).



Рис. 4. Контейнер с радиотелеметрией



Рис. 5. Термозащитный контейнер.

Любая система DATARAQ в качестве опции может быть оснащена приемно-передающим устройством, работающим на общепринятой промышленной частоте сигнала 433 МГц. В этом случае оператор может наблюдать за температурой процесса в режиме реального времени на экране компьютера, что актуально для длительных процессов термической обработки. Вопреки распространенному мнению телеметрия возможна также и из герметично закрытого пространства печи, например, вакуумной.

После выхода из печи наружная теплоизоляция сразу снимается, и регистратор данных может быть вынут из контейнера.

Информация о нагреве изделия в каждой зоне печи до заданной температуры позволяет судить о соответствии процесса технологическим стандартам и качестве конечного продукта. Главным инструментом в решении этой задачи служит оригинальный пакет программного обеспечения Insight Software, разработанный фирмой DATARAQ. Благодаря функциям импорта и экспорта данных выполняется обмен данными между регистратором и компьютером оператора, а также компьютером управления печью. Программа позволяет проанализировать полученные данные быстро и точно, имеет очень дружелюбный и интуитивно понятный пользователю интерфейс на русском языке (рис. 6).



Рис. 6. Окно настройки процесса

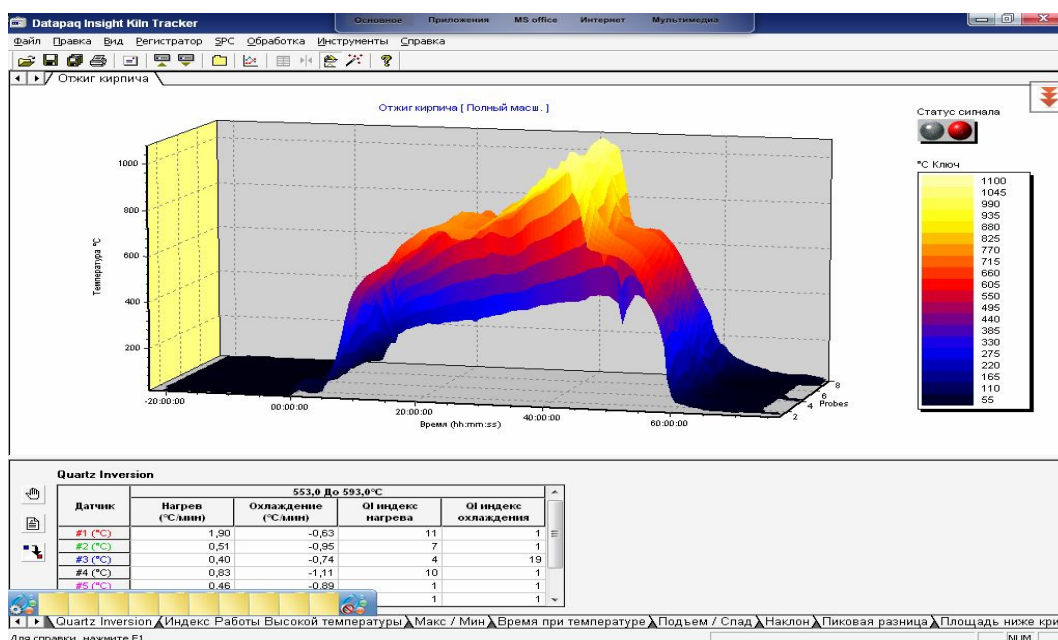


Рис. 7. Полученные данные в трехмерном изображении.

Пользователь может сразу оценить весь температурный профиль печи, в том числе в трехмерном изображении (рис. 7), а также увеличить и рассмотреть в деталях любую его специфическую часть в заданный промежуток времени, определить момент перехода заданных порогов температуры, скорость роста или падения температуры по зонам печи. Генерируется полный отчет о процессе с комментариями оператора. Каждая печь и изделия могут быть подробно описаны в программе при подготовке к эксперименту, в последующем оператор всегда может сравнить новые данные о конкретной печи и изделии с ранее полученными. Создается банк данных предприятия по всем технологическим процессам термической обработки.

На рис. 8 приведены результаты реального процесса по обжигу кирпича в проходной печи на одном из европейских заводов — партнеров фирмы DATAPAQ. На экране компьютера визуализированы кривые изменения температуры по восьми термопарам, установленным в разных точках садки.

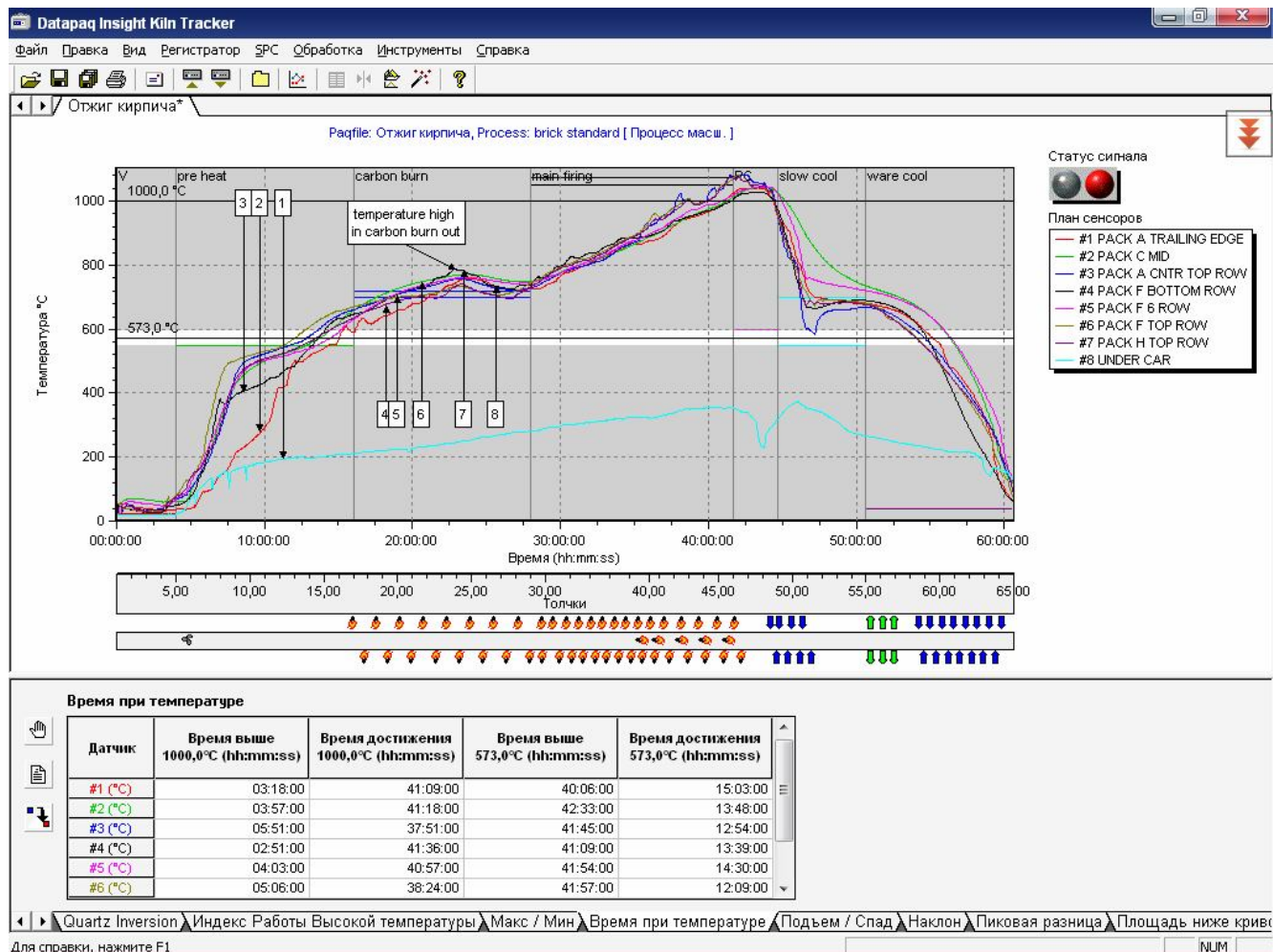


Рис. 8. Пример температурного профиля при отжиге кирпича в печи и схема размещения термодпар 1 – 8 по различным точкам садки.

Отчет о процессе (рис. 9) полностью соответствует стандартам ISO 9001. Число обрабатываемых измерительных каналов может достигать 20. С помощью программного обеспечения Insight Software пользователь может самостоятельно определить следующие параметры процесса: скорость изменения температуры по времени, площадь под температурной кривой (количество полученного тепла), градиенты подъема/спада температуры, сравнение двух и более температурных кривых, сравнение полученных кривых с кривыми технологического допуска, момент достижения различных значений температуры, анализ пиковых значений и т. д.

В конечном счете, с помощью системы Kiln Tracker можно оценить эффективность процесса нагрева в целом, сравнить энергозатраты по разным печам или изделиям, проверить соответствие процесса технологическим допускам, а также получить полное объективное представление о работе новой печи или печи после ремонта (модернизации).

Таким образом, система контроля температурного профиля фирмы DATAPAQ представляет собой мощное средство инструментального технологического контроля при термической обработке кирпича и керамики в широком диапазоне температур. Она широко применяется также в алюминиевой промышленности, машиностроении, производстве стеклоизделий, процессах пайки, сушки.

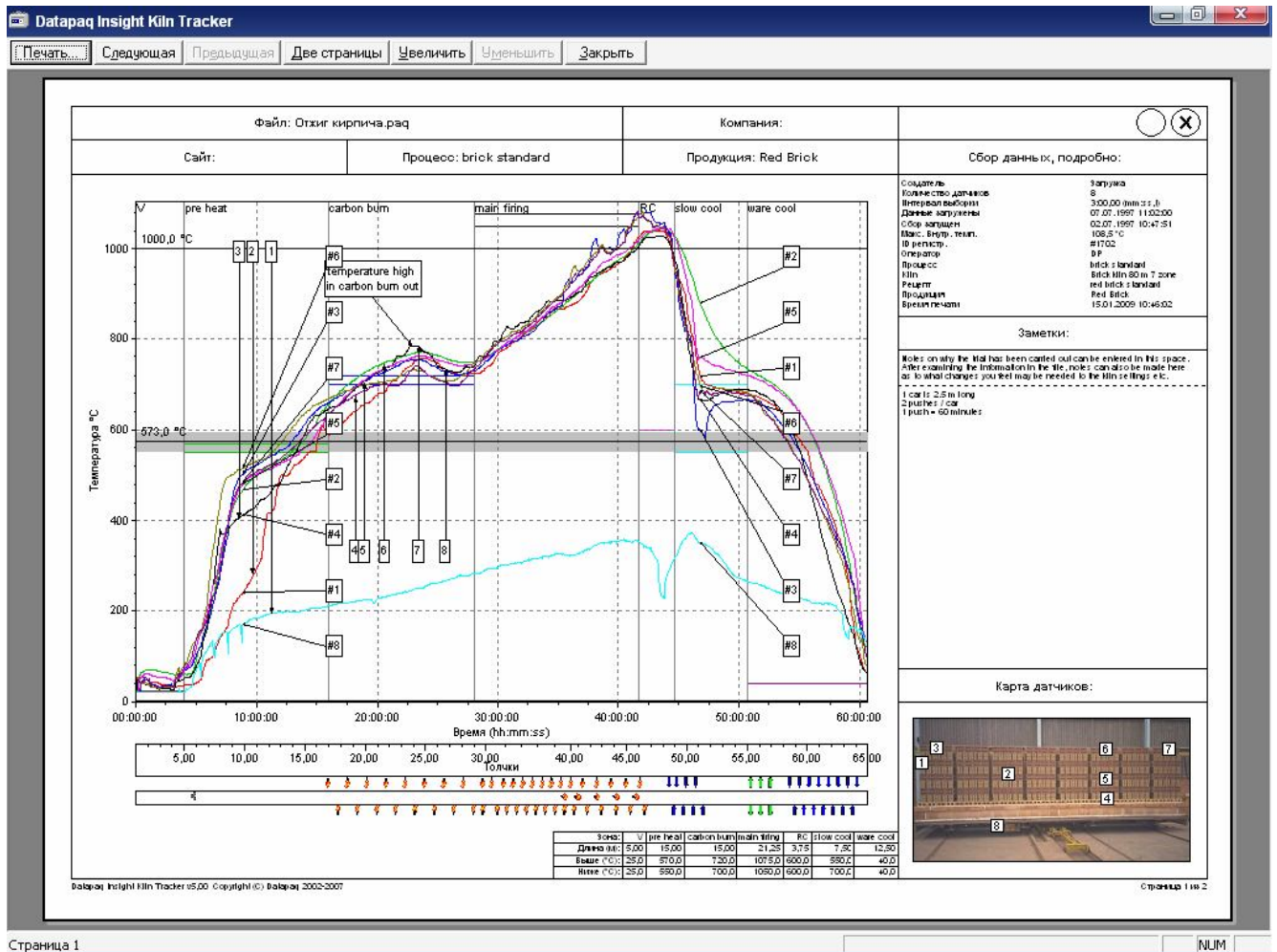


Рис. 9. Отчет о процессе

Данная система позволяет проводить периодическую аттестацию туннельных (проходных) печей на производствах с внедренными системами менеджмента качества. В настоящее время она эксплуатируется в России на двух кирпичных заводах "Wienerberger" (Владимирская обл., Казань), Голицынском керамическом, на заводе "Джонсон Метью Катализаторы" (Новосибирск) в производстве алюминиевого проката АЛКОА-Металлург-Рус (г. Белая Калитва), на Каменск-Уральском металлургическом заводе, в ОАО ГАЗ, Борском стекольном, и др.