

## Системы контроля температуры при термообработке алюминиевого проката

Улановский А.А., ООО «Обнинская термоэлектрическая компания»

С.Л. Цукров, руководитель проекта ОАО «КУМЗ»

А.В.Ляпин, ООО «Обнинская термоэлектрическая компания»

Процесс термообработки алюминиевого проката (листа) состоит из следующих основных процессов: нагрев, выдержка при заданной температуре и закалка в воде путем струйного охлаждения. Наибольшую трудность с точки зрения технологического контроля представляет закалка из-за кратковременности процесса (20-30 с). При этом процесс закалки является наиболее важным, так как от него зависит качество (фазовый состав и прочность) конечного продукта.

Для определения профилей температуры в процессе термообработки алюминиевого листа была использована система контроля температурного профиля производства фирмы DATAQ. Данная система состоит из автономного регистратора данных типа Траq 21 (10 каналов измерения – память на 130000 точек), контейнера теплозащиты, и программного обеспечения.

Работа выполнялась на печи EBNER ОАО «Каменск-Уральский Metallургический завод» с участием специалистов предприятия. Измерения проводились на алюминиевой плите размером 2000x3000x90 мм, пропускаемой через печь по заданной программе термообработки. Замеры температуры производились в трех точках по ширине плиты (3 м), в каждой точке размещалось по три термопары на разном расстоянии от поверхности плиты, одна термопара измеряла температуру окружающего воздуха, дублируя показания термопар печи см. рис. 1, 2.

Для измерений использовались гибкие кабельные термопреобразователи наружным диаметром 1 мм, градуировки нихросил-нисил. В каждой точке измерения три термопреобразователя с помощью алюминиевых пробок были вмонтированы в плиту на разную глубину: по 5 мм от верхней и нижней поверхностей плиты, и на глубине 45 мм (см. рис.1 и 2.)

Рис. 1. Расположение термопреобразователей по сечению плиты.

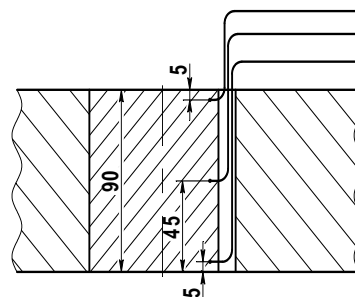
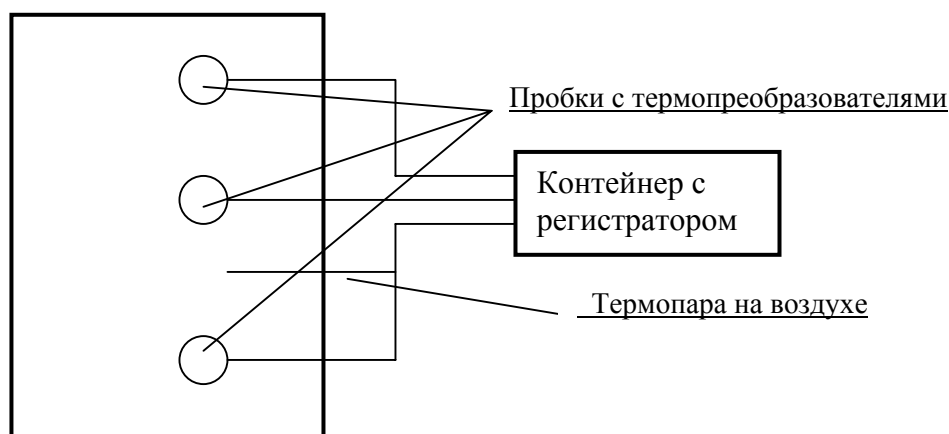


Рис. 2. Расположение термопреобразователей на алюминиевой плите (вид сверху).

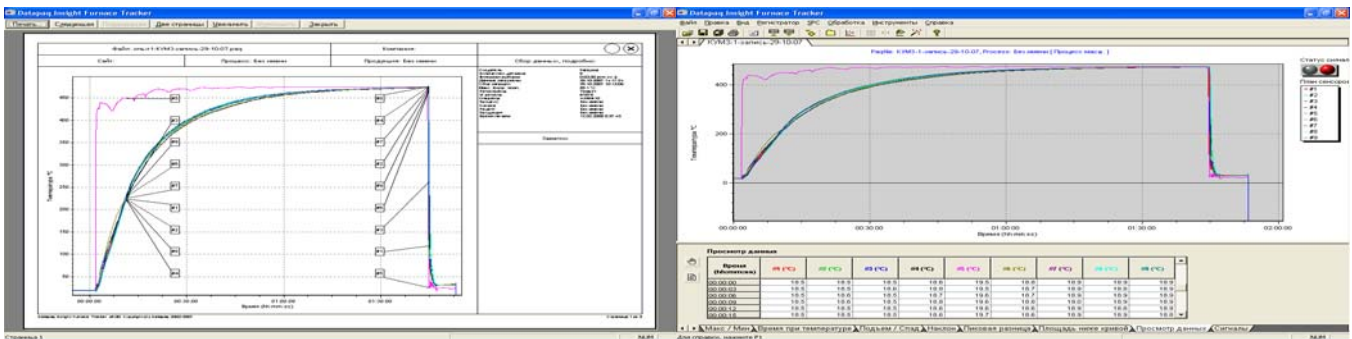


**Рис. 3.** Система в сборе перед пуском в печь.

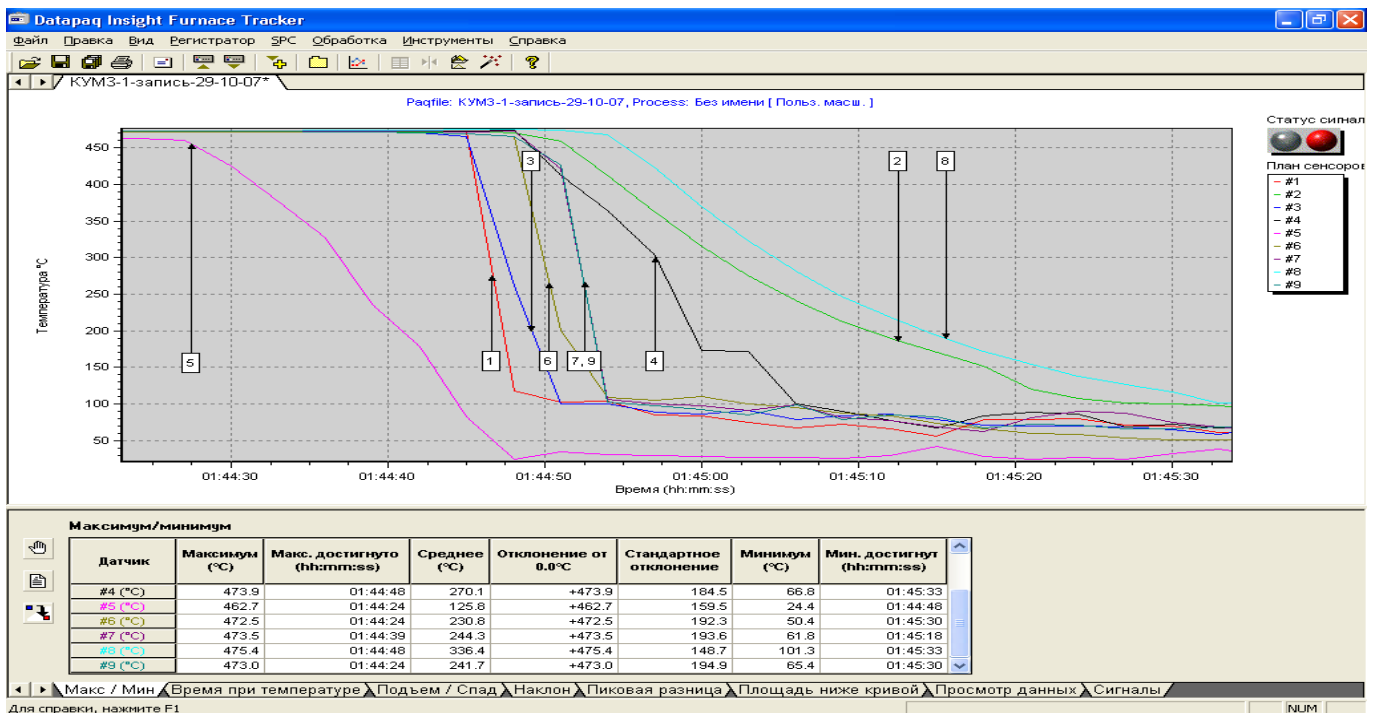


Регистратор данных с контейнером были установлены позади плиты на тонкий алюминиевый лист. Интервал измерения для процессов нагрева и выдержки составлял 1 изм./с. Для процесса закалки регистратор был запрограммирован на максимальную скорость измерений (10 изм./с) по каждому каналу, что позволяло детально запротоколировать такой кратковременный процесс. Общее время измерения процесса закалки составило примерно 1 минуту. График всего процесса термообработки представлен на рис. 4. Процесс закалки представлен в большом масштабе по времени на рис. 5.

**Рис. 4.** Графическое отображение полученных данных всего процесса (справа), данные представлены в виде отчета в соответствии со стандартами ISO 9001 (слева).



**Рис. 5.** Процесс закалки.



Номера и расположение термопар (номера от левого края плиты к правому краю) :

1,7 – нижняя поверхность плиты; 2,4,8 – среднее сечение плиты, 3,6,9 – верхняя поверхность плиты, 5 - термопара на воздухе.

Видно, что кривые охлаждения среднего сечения плиты отстают от кривых охлаждения верхней и нижней поверхностей плиты. На уровне 100°C при кипении воды на поверхности это отставание достигает 40 с. Резкое охлаждения левого края плиты наступает раньше правого края примерно на 4 с, вероятно из-за небольшого поворота плиты на роликах при прохождении через печь. Анализ кривых позволяет технологу определить соответствие режима охлаждения плиты технологической карте, оценить однородность закалки плиты по ширине и толщине плиты, определить правильность настройки работы водяных форсунок и т.д.

В качестве программного обеспечения используется программное обеспечение Insight Software производства фирмы Dataq.

Программное обеспечение Insight Software помимо получения и отображения данных также позволяет производить обработку полученных кривых и получать отчеты в соответствии со стандартами ISO 9001. Число обрабатываемых измерительных каналов может достигать 20. Методика измерений соответствует авиационным технологическим стандартам SAE 9100. С помощью программного обеспечения Insight 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, время достижения различных значений температуры, анализ пиковых значений и т. д.

Таким образом, система контроля температурного профиля DATAQ представляет собой мощное средство инструментального технологического контроля при термообработке ответственных изделий как в алюминиевой промышленности, так и в трубопрокатном производстве, термообработке различного стального проката, слябов, производстве керамических и стекло- изделий, процессах пайки, сушки и т.п. Номенклатура термозащитных контейнеров системы составляет более 500 единиц на разные уровни температур и времена выдержки, электронный регистратор (6-10 каналов) способен выдерживать температуру до 110°C. Имеется возможность телеметрической передачи данных от регистратора в печи на компьютер оператора для оперативного контроля длительных процессов термообработки.

Данная система позволяет также проводить периодическую аттестацию туннельных(проходных) печей на производствах с внедренными системами менеджмента качества. В настоящее время она эксплуатируется в России на кирпичных заводах "Wienerberger", производстве алюминиевого проката ALCOA, Борском стекольном заводе, линиях пайки радиаторов концерна ПРАМО, Голицынский керамический завод, Джонсон Метью Катализаторы и др.