

С.Л. Вагин

Технолог компании **All Prints Technologies**

— Что такое? Почему все время без четверти два?

— Это манометр.

М.М. Жванецкий

ВСТУПЛЕНИЕ

Печатники трафаретной печати часто сталкиваются в своей практике с необходимостью настроить туннельную печь таким образом, чтобы краска хорошо закреплялась на ткани, и чтобы этот процесс занимал минимальное время. При этом большинство людей полагают, что на ленте конвейера температура близка к температуре, установленной на терморегуляторе туннельной печи. На самом деле это не так. Температура, фиксируемая на панели конвейерной печи, отражает температуру в том месте, где расположен температурный датчик терморегулятора. Обычно это верхняя или боковая часть туннеля конвейера, а не конвейерная лента. На конвейерной ленте возможно какая-то иная температура и скорее всего существует разница температур между датчиком терморегулятора и лентой конвейера. Эта разница обусловлена самыми разными обстоятельствами: в первую очередь она зависит от конструкции печи, теплоизоляции, типа нагревателей (печь с инфракрасными нагревателями или с принудительной конвекцией воздуха). Во вторую очередь зависит от самой краски (водная или пластизол), размеров кроя или готовых изделий.

Нам хотелось понять, как изменяется температура на самих изделиях по мере движения на конвейерной ленте, и нами был разработан способ измерения температуры непосредственно на ткани.

Отметим два параметра, которые очень просто поддаются измерению – это время нахождения в печи и самая высокая температура сушки. Время измеряется секундомером, а температура максимальным термометром или “Thermal test stripes”. Эти так называемые термотесты представляют собой самоклеящуюся бумагу/пленку с квадратными кармашками, в которых помещается пигмент, меняющий окраску в зависимости от температуры. “Thermal test stripes” наклеиваются на крой и отправляются в печь. Чем выше температура, тем больше квадратиков с пигментом на термотесте чернеют.

Чтобы узнать, как меняется температура в туннеле конвейера печи непосредственно на ткани и насколько она отличается от указанной на панели терморегулятора туннельной печи, нами был разработан метод измерения температуры изделий непосредственно на конвейере с помощью стандартного регистратора температуры (дата-логгера) в термозащищенном варианте.

Возникла идея вынести датчик температуры №1 подальше от регистратора (фото 1 и фото 2) и защитить сам регистратор тепловым экраном.



фото 1



фото 2

В качестве тепловой защиты использовался базальтовый картон в несколько слоев и для придания механической прочности фанерная коробка (фото 3).



Фото 3 (дата-логгер со снятой теплоизолирующей крышкой)

Снаружи коробку с дата-логгером обклеили алюминиевой фольгой. При помещении в печь сверху закрывали одеялом из стеклоткани (фото 4). Все примененные в конструкции материалы доступные и недорогие.

Показания датчика №1 свидетельствовали об изменении температуры непосредственно на крое (фото 4).



фото 4

Показания датчика №2 - о температурном режиме самого дата-логгера (фото 5).



Фото 5

Регистратор позволяет фиксировать измеренную температуру в памяти прибора каждую секунду или каждые две секунды.

Автономный регистратор температуры двухканальный EClerk USB 2-Pt использовался для регистрации изменения температуры во времени с последующей обработкой полученной информации. Регистратор измеряет температуру непосредственно самого себя (термодатчик №2) и температуру внешней среды, т.е. в том месте, где находится термодатчик №1.

Сами датчики представляют собой миниатюрные платиновые термометры сопротивления, откалиброванные на заводе. Поскольку они обладают небольшой массой то, соответственно, и небольшой собственной тепловой инерцией.

Датчик №1 был припаян к толстым проводам (для снижения сопротивления) в фторопластовой изоляции. Для пайки термодатчика использовался специальный припой ASAHI с температурой плавления 200°C. Датчик №2 прикреплялся винтами к колодке самого регистратора и находился внутри прибора для контроля температурного режима.

Диапазон измерения температуры – от минус 50° до плюс 200°C с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,5^\circ\text{C}$.

Регистратор измеряет температуру через равные заданные промежутки времени и сохраняет полученную информацию в собственной энергонезависимой памяти для последующей обработки информации.

Для независимого контроля температуры применяли термометр максимальный СП-83 М (+20+220 °С)-1 ТУ У 33.2-14307481-36:2006.

Ртутный термометр СП-83 М предназначен для измерения температуры в дезинфекционных камерах, глубоких и сверхглубоких разведочных нефтяных и газовых скважинах. Применяется для определения максимально достигнутой температуры за измеряемый промежуток времени.

Термометр выполнен в виде стеклянной цилиндрической колбы с зауженной нижней частью, с резервуаром, заполненным ртутью, к которому присоединена капиллярная трубка. Изготавливается из термически обработанного стекла. В качестве термометрической жидкости используется ртуть. Нами использовался как независимый способ определения максимально достигнутой температуры на ленте конвейера одновременно с регистратором температуры.

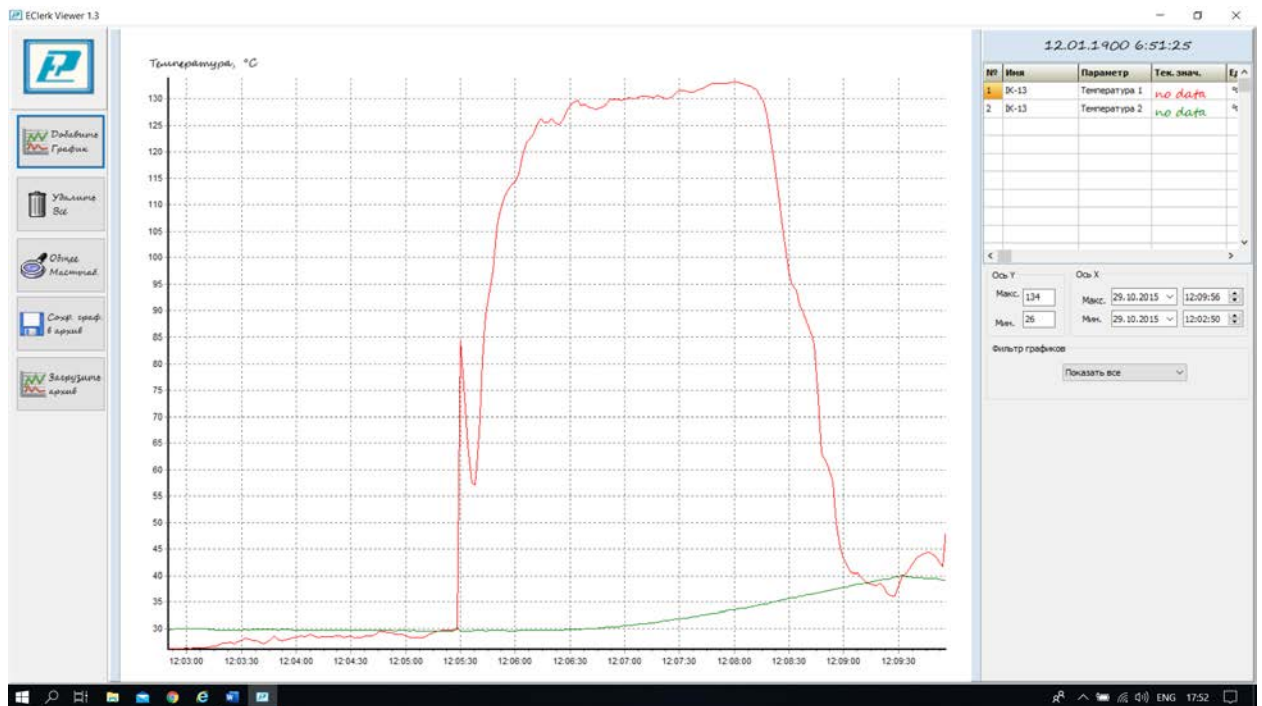
МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЙ

Измерения производились всегда во время сушки очередного тиража изделий. Как правило, это был запечатанный крой детской или молодежной одежды с небольшой площадью закрытой краской. Какой краской печатали, водной или пластизолью, во внимание не принималось, в связи с незначительным общим количеством краски. На самом деле это имеет значение, особенно для водных красок и печати на крое больших размеров. Это будет обсуждено в следующей статье.

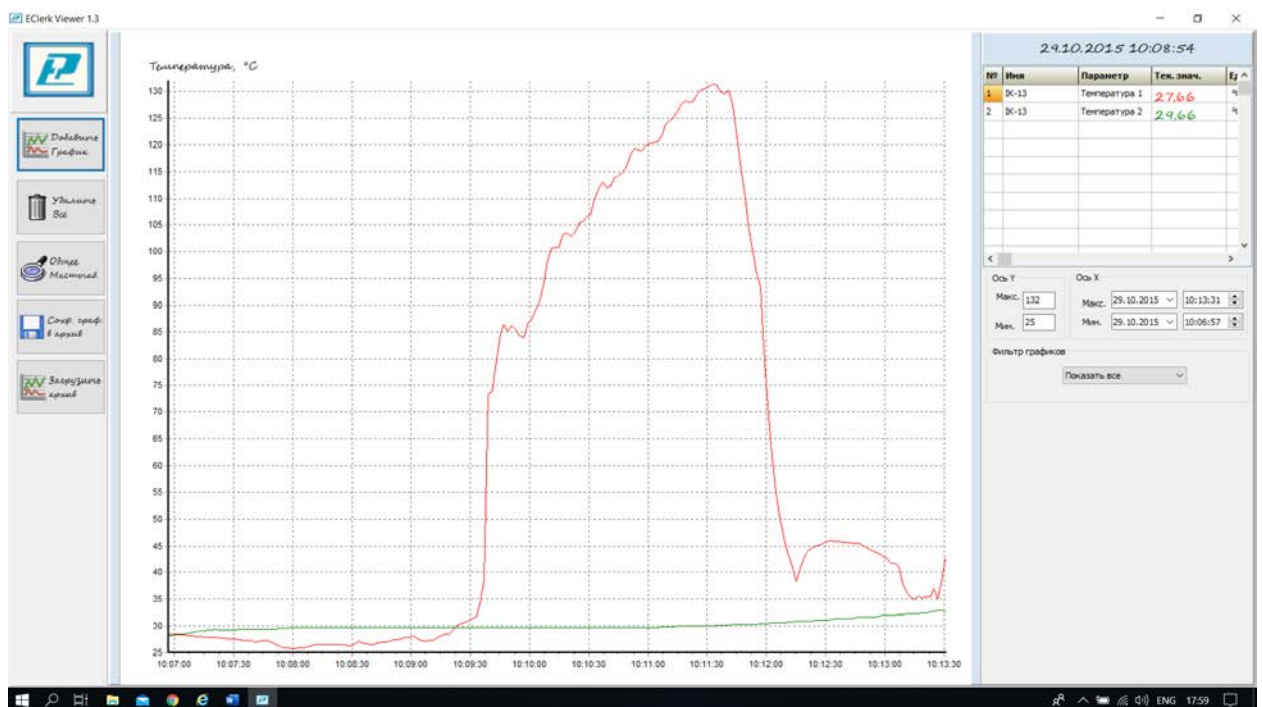
Упакованный в теплозащиту регистратор температуры помещали на ленту конвейера на чистую ткань таким образом, чтобы датчик (термометр сопротивления) лежал в горизонтальной плоскости. Рядом с ним помещали ртутный термометр. Иногда, для проверки времени нахождения кроя в туннеле, непосредственно на входе датчик №1 регистратора подогревали на 1-2 секунды газовым паяльником (характерные пики на красной кривой в начале измерения).

ДАННЫЕ

Ниже приводятся температурные графики различных туннельных печей, которые используются в компаниях для высушивания отпечатанного кроя. На графиках, приведенных ниже, красным цветом отмечена температурная кривая датчика №1 (температура на ткани) и зеленым - №2 (температура самого регистратора). Измерения проводились на оборудовании, установленном в печатных цехах наших клиентов. В большинстве своем это печи с инфракрасным нагревом и только в двух случаях печи с принудительной конвекцией горячего воздуха. Поскольку измерения происходили эпизодически, в течение последних пяти лет, марки туннельных печей узнать практически невозможно, за редким исключением. Для туннельной печи Poker 4100 компании Ciossi&Cavazutti настройки удалось измерить несколько раз, поскольку у нас был к ней неограниченный доступ.



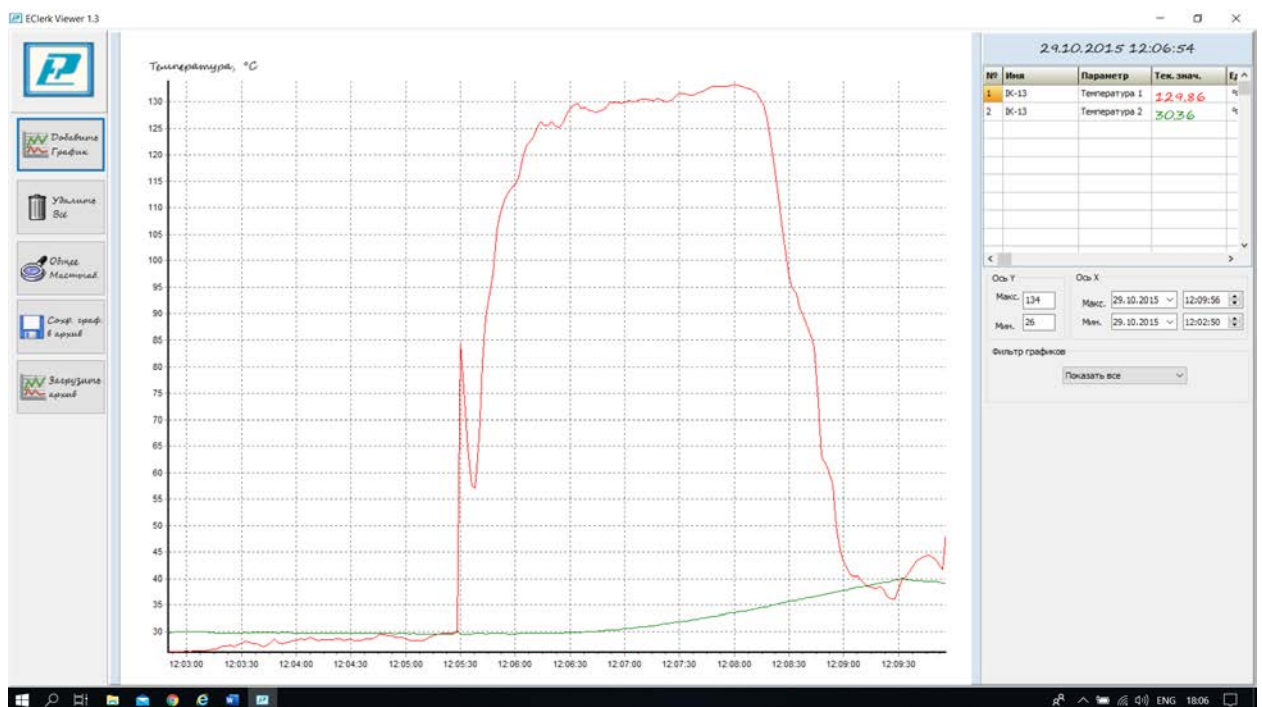
Печь 1, установленная температура 170°C (на ленте конвейера – 137°C)



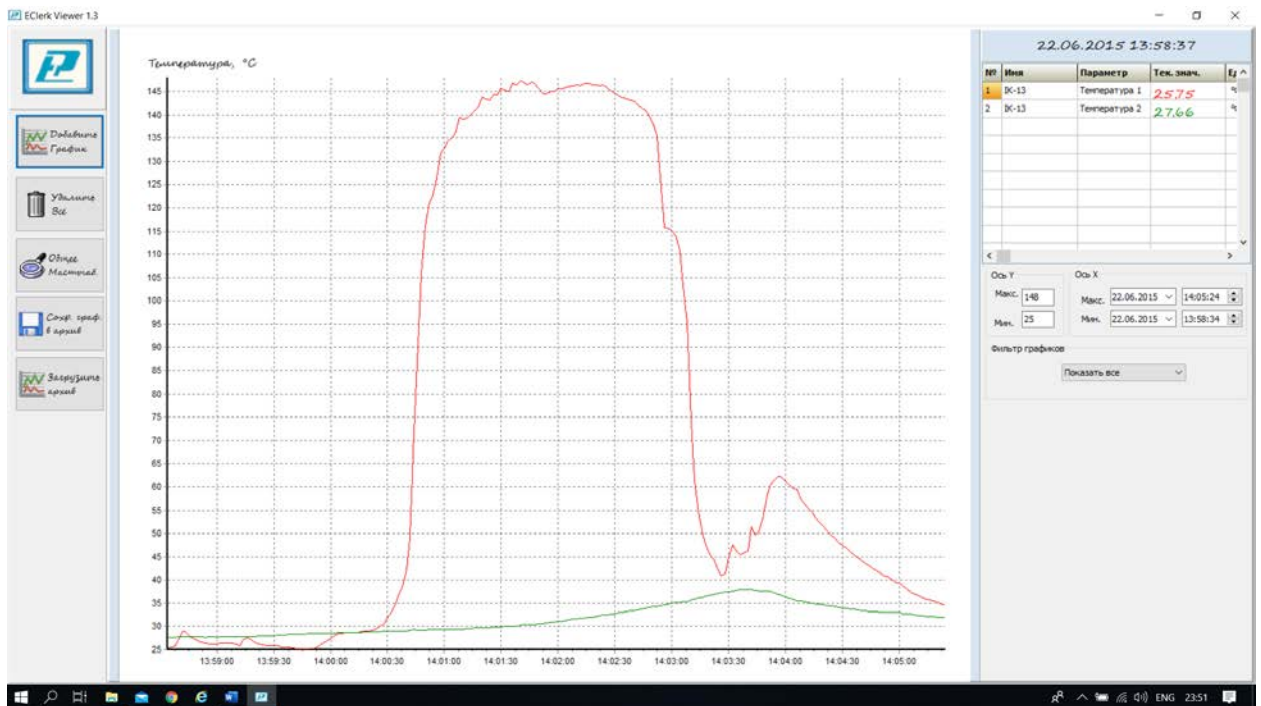
Печь 2, установленная температура 165°C (на ленте конвейера – 131°C)



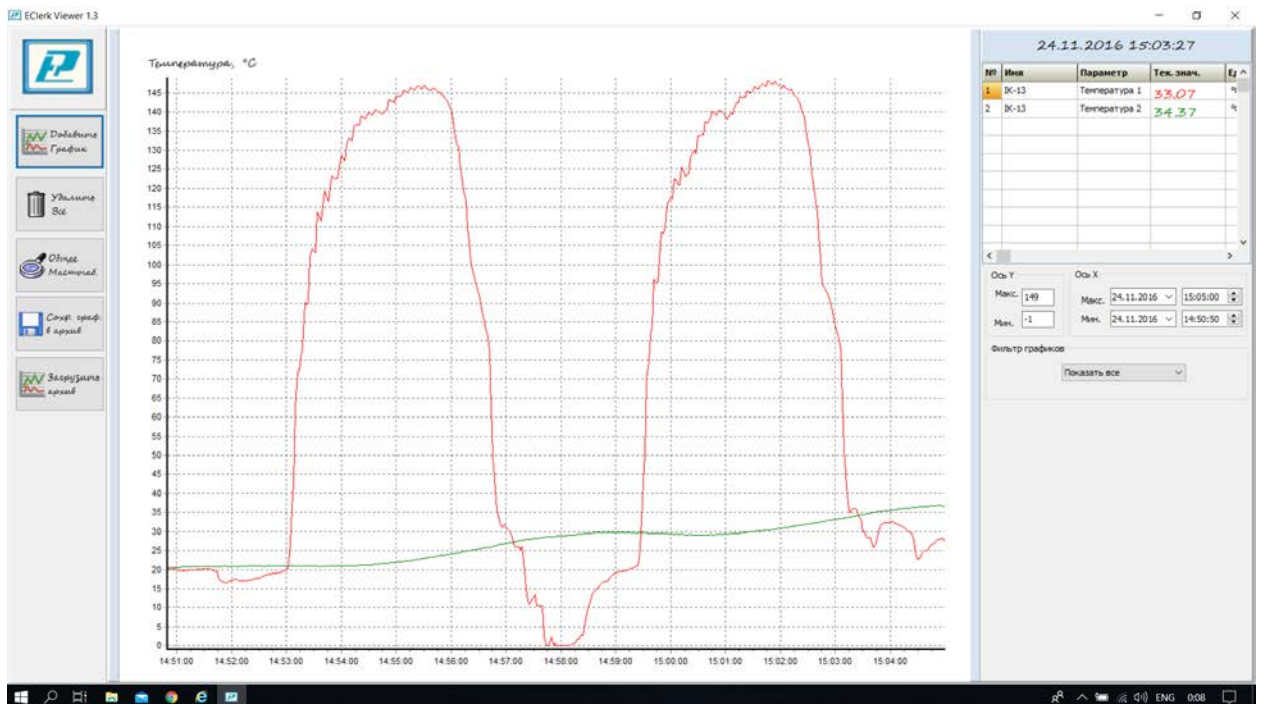
Печь 3, установленная температура 138°C (на ленте конвейера – 120°C)



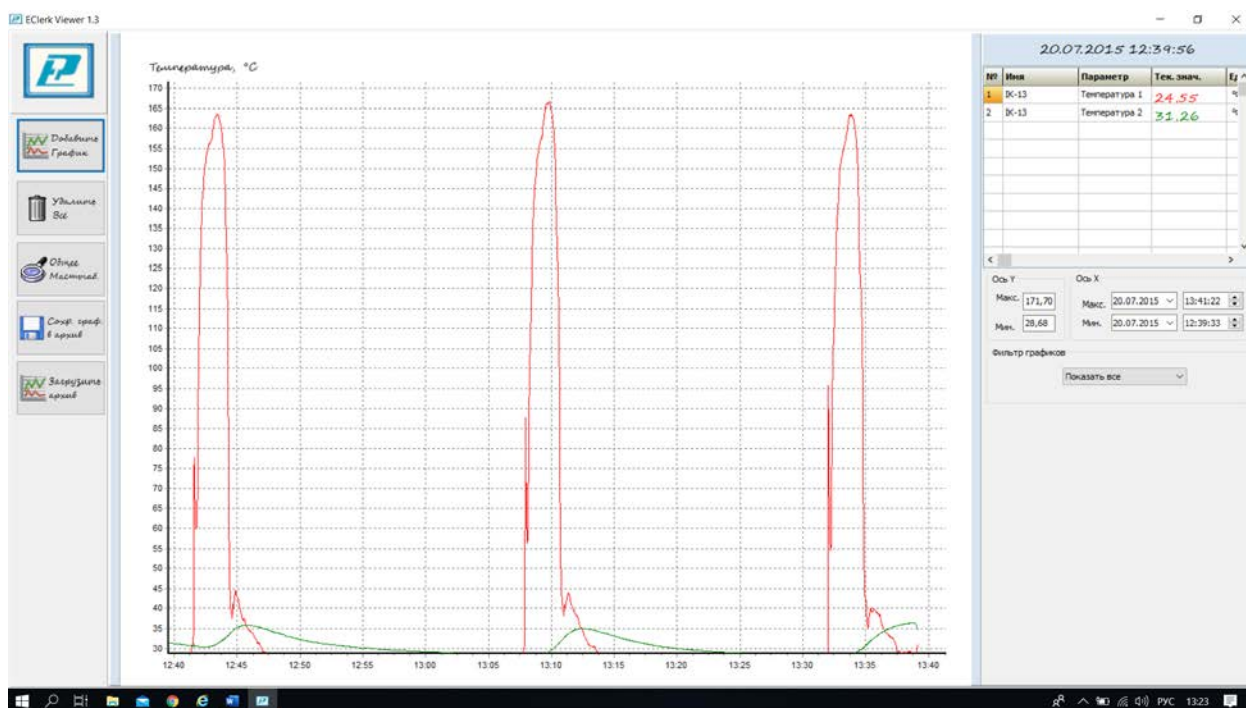
Печь 4, установленная температура 135°C (на ленте конвейера – 133°C)



Роker 4100_150° (длина туннеля – 4м) установленная температура 150°C (на ленте конвейера – 147°C)



Роker 4100 150° (длина туннеля – 4м) установленная температура 150°C (на ленте конвейера – 147°C) два измерения подряд



Роker 4100 165° (длина туннеля – 4м), три измерения подряд установленная температура 165°C (на ленте конвейера – 163-167°C) три измерения подряд

Ниже приводится таблица сравнения максимальных температур (°C), измеренных разными способами:

	Печь 1	Печь 2	Печь 3	Печь 4	Роker 4100	
Температура на Терморегуляторе печи	170°	165°	138°	135°	150°	150°
Термометр СП-83 М	-	-	-	-	146°	147°
Дата-логгер EClerk USB 2-Pt	137°	131°	120°	133°	147°	148°

Практическое применение

- 1) Вышеприведенные данные говорят о том, что имеется градиент (разница температур) между конвейерной лентой и термодатчиком нагревателя печи. В каких-то печах это градиент больше, в каких-то меньше. Стало быть, не следует думать, что температура, установленная вами на терморегуляторе печи, будет именно такой же на ленте конвейера. Выяснить это очень просто: достаточно поместить максимальный термометр или "Thermal test stripes" на ленту конвейера и построить график зависимости температуры

на конвейере от установленной на контроллере печи. Таких измерений следует сделать несколько для разных температур.

- 2) Форма кривой повышения/понижения температуры по мере движения края в туннеле однозначно говорит об эффективности процесса сушки краски. В идеальном случае температурная кривая должна быть близка к прямоугольной или трапециевидной. В реальности наблюдается иная картина. Следует обратить внимание на температуру, при которой край сохнет в реальности. Проведите горизонтальную линию при нужной температуре, и точки пересечения с красным графиком дадут начало и конец процесса сушки.

Это время следует учитывать, если вы хотите получить качественную печать на ткани.

- 3) Пластизольные и водные краски полимеризуются с разной скоростью. Пока вода из водной краски не испарится, краска не сможет нагреться выше 100°C. Поэтому водные краски сохнут в 2-3 раза медленнее, чем пластизольные. Следовательно, чем длиннее туннельная печь, тем лучше. Длинная туннельная печь позволяет сушить краски с более высокой скоростью. Рекомендуемое время и температура всегда прописаны в технической инструкции на краску.

Все права на данную публикацию принадлежат компании

All Prints Technologies.

При перепечатке ссылка обязательна.