

КРИТЕРИИ ВЫБОРА ТЕРМОСТОЛА ДЛЯ ПОДОГРЕВА ШИРОКОФОРМАТНЫХ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ



СУТЬ ПРОБЛЕМЫ

Какой термостол выбрать НП 34-24 ПРО или ИКТ-245 ПРО при комплектации инфракрасной паяльной станции ИК-650 ПРО?

Такой вопрос постоянно задают наши клиенты, которые выбирают комплектацию профессионального инфракрасного ремонтного центра ИК-650 ПРО. Мы надеемся, что технические разъяснения, приведенные ниже, позволят каждому самостоятельно ответить на этот вопрос.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Назначение: оба термостола предназначены для предварительного бережного (без деформаций) подогрева печатных плат при пайке BGA. Термостола надежны: наши первые термостола были выпущены более 10 лет назад и до сих пор работают на многих предприятиях практически без поломок. Постепенно гарантия на термостола возросла до трех (3-х) лет. Выпускается серия термостолов «НП» с меньшими габаритами рабочей поверхности. Все, что написано ниже по поводу термостола НП 34-24 ПРО относится и к другим термостолам серии «НП». Все термостола сертифицированы как паяльное оборудование.

Цена: оба термостола в комплекте с регулятором температуры стоят одинаково.

Функционал: определяется регуляторами температуры. У цифровых регуляторов температуры, которыми комплектуются соответствующие термостола, функционал идентичный.

СВОЙСТВА ТЕРМОСТОЛОВ

СВОЙСТВО	НП 34-24 ПРО	ИКТ-245 ПРО
Материал нагревателя	Алюминий со специальным покрытием	Керамика + нерж. сетка
Принцип нагрева печатной платы	ИК излучение + естественная конвекция или контактный нагрев плат	ИК излучение + естественная конвекция
Число зон нагрева с возможностью выбора	2 равноценные	2 неравноценные
Нормированная равномерность температуры поверхности	да	нет

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕРМОСТОЛОВ

ПАРАМЕТР	РАЗМЕРНОСТЬ	НП 34-24 ПРО	ИКТ-245 ПРО
Габариты корпуса	[мм]	420x300x50	304 x 300 x 75
Габариты зоны нагрева	[мм]	340 x 240	245 x 245
Напряжение питания	[В]	220	220
Номинальная мощность	[Вт]	2800	2400
Удельная мощность	[Вт/м ²]	34300	40000
Диапазон ИК излучения	[мкм]	2 - 10	2 - 10
Диапазон рабочих температур	[°С]	50 - 350	50 - 400
Стабильность поддержания температуры	[°С]	±2	±4

ГАБАРИТЫ ЗОНЫ НАГРЕВА ТЕРМОСТОЛОВ

Это основной, но не единственный критерий, который позволяет осуществлять нагрев широкоформатных печатных плат практически без деформаций. С первого взгляда ясно, что нагреватель, площадь которого меньше площади печатной платы, не может прогреть ее равномерно. Следовательно, деформация широкоформатной платы при нагреве маленьким нагревателем неизбежна.

Обычный рекламный трюк продавцов, на который попадают неопытные новички, это объявить паяльную станцию специально предназначенной для ремонта ноутбуков и указать при этом приличные габариты ремонтируемых печатных плат. Например, если при габарите нижнего подогрева 122 x 122 мм производитель объявляет максимальный габарит платы 349 x 449, то не стоит понимать это буквально. Видимо, производитель и продавец имеют ввиду, что плату с такими размерами можно разместить на паяльной станции, но о том, что при нагреве она будет деформирована, они, скорее всего, знают, но скромно умалчивают. После покупки такой станции обычно на форумах появляются посты

типа этого: **«Задался целью переделать свою станцию ХХVХ, задача номер раз: увеличить низ.»**

ТЕРМОПРО не пользуется такими рекламными приемами, хотя при наших габаритах термостолов можно было заявить самые большие габариты ремонтируемой платы. Также отметим, что в нашей практике было много случаев, когда покупатели таких разрекламированных станций, а также покупатели станций более дорогих, чем ИК-650 ПРО, но с меньшими по размеру термостолами приобретали у нас термостолы НП 34-24 ПРО. В результате они **суммарно платили больше**, чем за станцию ИК-650 ПРО, **а результат получали худший** по причине отсутствия полной интеграции системы управления.

По габариту гарантированной площади нагрева платы термостол НП 34-24 ПРО выигрывает у ИКТ-245 ПРО, т.к. с запасом покрывает площадь платы формата АТХ. Следует отметить, что подогреть плату меньшим по площади нагревателем все-таки можно, просто разница в площадях платы и нижнего подогрева не должна сильно различаться.

Практика работы дает основание утверждать, что конструкция некоторых печатных плат прощает такие вольности и деформация остается в приемлемом диапазоне, но некоторые платы могут деформироваться даже при незначительной разнице температур между краями и центром.

РАВНОМЕРНОСТЬ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ ТЕРМОСТОЛОВ И СТАБИЛЬНОСТЬ ПОДДЕРЖАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

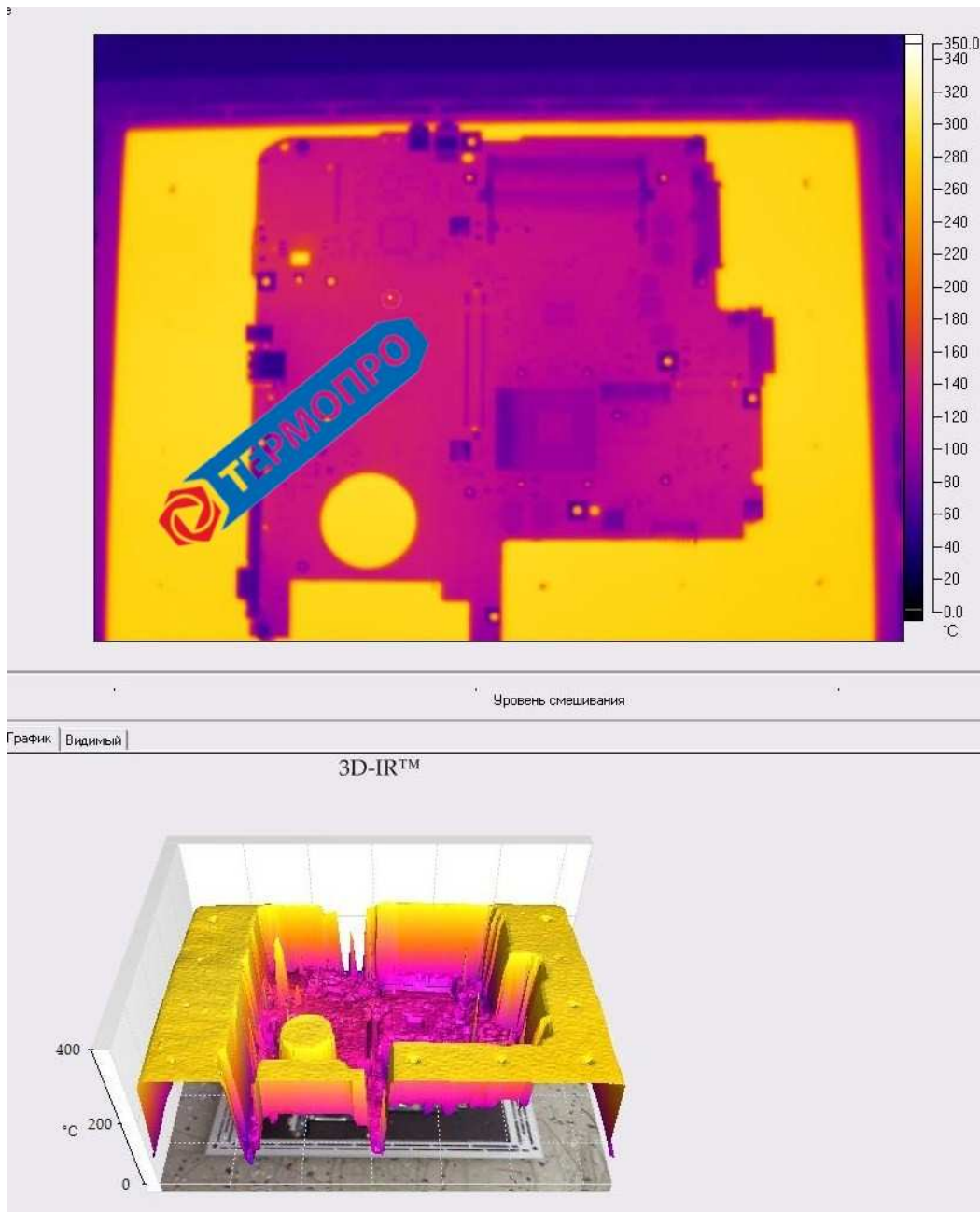
Это второй критерий, который позволяет осуществлять нагрев плат без деформаций. Как правило, конкурирующие изделия не заявляют характеристик по равномерности.

При разработке термостола ИКТ-245 ПРО были использованы стандартные ИК нагреватели немецкой фирмы Elstein. К сожалению, у них равномерность распределения температурного поля по поверхности оставляет желать лучшего. Тем не менее, наличие рассеивающей защитной сетки, диффузность ИК излучения, большее (по сравнению с НП 34-24 ПРО) расстояние от поверхности нагревателя до платы, возникновение естественных конвекционных потоков в совокупности частично компенсируют неравномерность температуры нагревателей. В результате равномерность нагрева платы остается в приемлемых рамках и не приводит к критическим деформациям.

Другое дело термостолы серии «НП»! В процессе разработки мы понимали важность этих характеристик, поэтому термостол НП 34-24 ПРО и другие термостолы серии «НП» имеют нормированную равномерность распределения температуры по поверхности. А именно: при температуре 200°C разность температур между любыми двумя точками поверхности не превышает 8°C.



Термограмма поверхности термостола НП 34-24 ПРО (получена с помощью тепловизора)



Термограмма поверхности платы ноутбука разогретой на термостоле НП 34-24 ПРО (получена с помощью тепловизора)

Стабильность поддержания температуры термостолов обеспечивается специализированными быстродействующими цифровыми ПИД – регуляторами ТП 2-10АБ ПРО и ИК 2-10АБ ПРО. Высокая заявленная точность поддержания температуры необходима для того, чтобы максимально точно поддерживать заданный термопрофиль на печатной плате в автоматическом режиме обратной связи.

Реальная точность поддержания температуры поверхности термостола НП 34-24 ПРО выше заявленной и составляет 1°C. На дисплее терморегулятора мы видим показания термодатчика обратной связи, находящегося вблизи нагревательной дорожки, которая быстро реагирует на управляющие воздействия. За счет большой

толщины на внешней стороне алюминиевой поверхности эти колебания температуры практически незаметны.

НОМИНАЛЬНАЯ И УДЕЛЬНАЯ МОЩНОСТЬ НИЖНЕГО ПОДОГРЕВА

(Под удельной мощностью понимается номинальная мощность нагревателя, приходящаяся на 1м² площади нагревателя. Например НП 34-24 ПРО имеет мощность 2800Вт пр площади 0,24м x 0,34м =0,0816м². Составляем пропорцию 2800Вт / 0,0816м² = **X**Вт / 1 м². Решаем пропорцию **X**= (2800Вт x 1 м²) / 0,0816м², **X**=34314Вт. Таким образом: если бы площадь нагревателя термостола составляла 1м², то мощность такого термостола должна быть равна примерно 34300Вт. Что и есть удельная мощность нагревателя). Эти параметры чрезвычайно важны при выборе любой ремонтной станции для BGA. **Удельная мощность термостолов НП 34-24 ПРО и ИКТ-245 ПРО высокая и вот почему.** Для того чтобы уверенно вести плату по термопрофилю с необходимой скоростью, требуется запас мощности. Основной тепловой поток к плате при пайке BGA подается снизу. В идеале следует максимально разогреть плату снизу (но так, чтобы не оплавить сильно выступающие пластиковые элементы и не расплавить припой), а потом немного добавить тепла верхним нагревателем непосредственно на BGA. В этом случае разница температур между поверхностью платы и местом расположения BGA будет минимальна и не вызовет деформации платы.

Обычно при бессвинцовой пайке BGA нижним подогревом доводят плату до температуры 170 – 180°C. Затем верхним нагревателем догревают шарики BGA до температуры 230 – 235°C. В таком режиме нагрева приращение температуры, создаваемое верхним нагревателем, составляет всего 50 - 65°C и не приводит к деформациям. Типичные дефекты, такие как вздутие платы, под BGA, потемнение корпуса BGA и платы вокруг нее, говорят о том, что при ремонте применялась неэффективная система пайки с недостаточной мощностью нижнего подогрева и высокой температурой верхнего нагревателя. Такие дефекты возникают и при ошибках оператора, например при выборе неправильной скорости нагрева.

Следует иметь ввиду, что при оплавлении температура поверхности корпуса BGA не должна превышать 245° - 250°C (смотрите конкретное значение PSL (Process Sensitivity Level), нанесенное на корпус компонента. Например, PSL=R6G, означает: R-пайка оплавлением, 6 - макс. темп. корпуса 250°C, G - обозначает то, что компонент может находиться при такой температуре лишь ограниченное время).

НАПРАВЛЕННОСТЬ ТЕПЛООВОГО ПОТОКА ТЕРМОСТОЛА

Направленность - важная характеристика качественного термостола. Она определяет, куда термостол отдает больше тепла: вверх, к печатной плате или просто рассеивает тепло во все стороны, нагревая корпус термостола, чтобы вам было легче обжечься. Можно сколько угодно увеличивать удельную мощность термостола, но если не принять мер к правильной теплоизоляции нижней части нагревателя и установке снизу качественных отражающих экранов, то эффективность

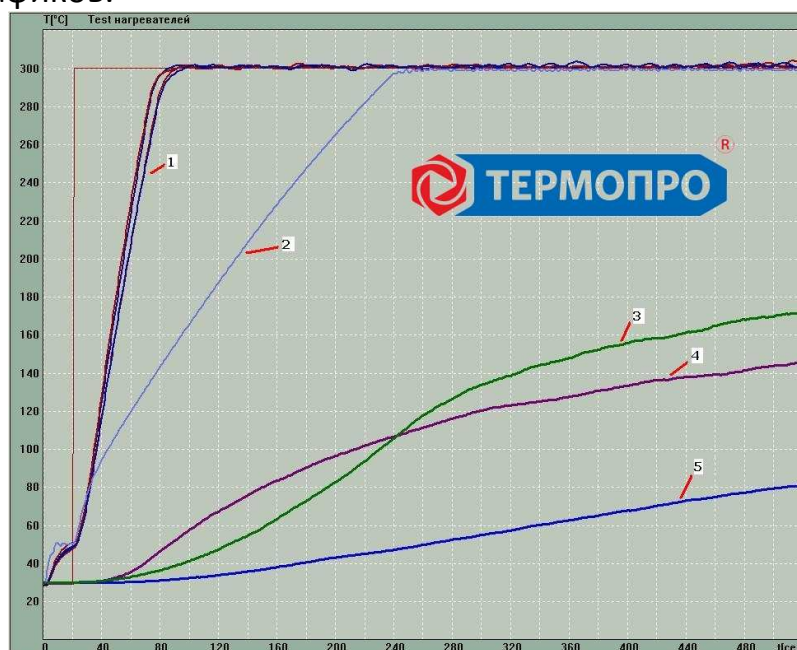
и скорость нагрева печатной платы будет низкой, а потраченная электроэнергия будет обогревать окружающее пространство.

Нижняя поверхность нагревателя термостола НП 34-24 ПРО помещена в отражающий экран, наполненный высококачественным теплоизолятором. Поэтому корпус прибора не нагревается выше 50°C, даже если рабочая поверхность будет весь день разогрета до температуры 300°C.

ИК нагреватели термостола ИКТ-245 ПРО помещены в экран из зеркальной нержавеющей стали. Полый керамический корпус нагревателей Elstein наполнен теплоизоляцией. Сочетание этих двух факторов улучшает направленность теплового потока термостола ИКТ-245 ПРО.

Для сравнения термостолов по эффективности нагрева платы мы провели простой эксперимент. Кроме того, по многократным просьбам наших клиентов в этом эксперименте было решено проверить возможность использования термостойкого стекла вместо штатной сетки термостола ИКТ-245 ПРО. На практике сравнивалось три термостола: серийные термостолы НП 34-24 ПРО и ИКТ-245 ПРО, а также ИКТ-245 ПРО, у которого вместо сетки стояло термостойкое стекло от варочной электропанели (стекло любезно предоставил один наш клиент).

Во всех трех случаях на холодную рабочую поверхность устанавливалась одна и та же печатная плата (видеокарта) на пятнадцатимиллиметровых стойках. В центре платы возле VGA был установлен термодатчик, который в процессе эксперимента не снимался. После установки платы термостол включался на температуру 300°C, при этом выход термостола на рабочую температуру осуществлялся на максимальной скорости нагрева. Результаты фиксировались с помощью программы «Термопро-Центр» в виде графиков.



1 - Графики разогрева термостолов ИКТ-245 ПРО (с сеткой и со стеклом)

2 - График разогрева термостола НП 34-24 ПРО

3 - График разогрева платы на термостоле НП 34-24 ПРО

4 - График разогрева платы на термостоле ИКТ-245 ПРО с сеткой (серийный вариант)

5 - График разогрева платы на термостоле ИКТ-245 ПРО со стеклом
(экспериментальный вариант)

Краткие комментарии к результатам эксперимента:

Скорость разогрева нагревателей у термостола ИКТ-245 ПРО составляет в среднем около 4°C/с, а у термостола НП 34-24 ПРО в среднем 1,1°C/с. При этом собственно плата до рубежа 110°C на термостоле ИКТ-245 ПРО с сеткой нагревается быстрее, а после 110°C преимущество остается за термостолом НП 34-24 ПРО.

Причиной меньшей эффективности нагрева платы термостолом ИКТ-245 ПРО даже при большей удельной мощности является большее расстояние от нагревателя до платы – 30мм (у НП 34-24 ПРО – 15мм), а также наличие сетки, которая частично поглощает ИК излучение и частично отражает его обратно к нагревателям.

Экспериментальный термостол ИКТ-245 ПРО со стеклом по эффективности нагрева платы примерно в два раза ниже, чем такой же термостол с сеткой. Это объясняется тем, что фактически стекло является фильтром для ИК излучения с длиной волны 2-10мкм (наши попытки найти стекла, хорошо пропускающие лучи во всем диапазоне волн 2-10мкм успехом не увенчались). Кроме того стекло существенно уменьшило конвекционную составляющую нагрева, из-за чего скорость нагрева платы снизилась еще сильнее.

Краткие выводы по результатам проведенного эксперимента:

- Время разогрева платы до необходимой температуры 170°C составило у НП 34-24 ПРО примерно 470с. За это время ИКТ-245 ПРО с сеткой разогрел плату лишь до 140°C. Таким образом, термостол НП 34-24 ПРО прогревает плату быстрее и более экономичен.
- Меньшая скорость нагрева платы на ИКТ-245 ПРО может быть компенсирована за счет большей рабочей температуры и более высокой скорости разогрева собственно ИК-нагревателей, что и учтено в алгоритмах программы «Термопро-Центр».
- Скорость охлаждения у НП 34-24 ПРО ниже, чем у ИКТ-245 ПРО, но это может быть компенсировано применением воздушного охладителя FC-500 с автоматическим управлением.
- Смысла делать термостолы ИКТ-245 ПРО со стеклянной поверхностью мы не видим из за резкого снижения эффективности нагрева платы.

Для тех, кому по какой-либо причине не подходят термостолы НП 34-24 ПРО или ИКТ-245 ПРО, рекомендуем при покупке других изделий попытаться заглянуть внутрь корпуса и убедиться в наличии добротного экрана и хорошей термоизоляции, особенно, если удельная мощность этих термостолов окажется

ниже нашей. Если таких элементов в конструкции нет или они сделаны для вида, то такой термостол будет более эффективно греть окружающее пространство, нежели печатную плату до нужной температуры с нужной скоростью. Если не верите – привозите такой термостол к нам для сравнения и убедитесь в этом лично!

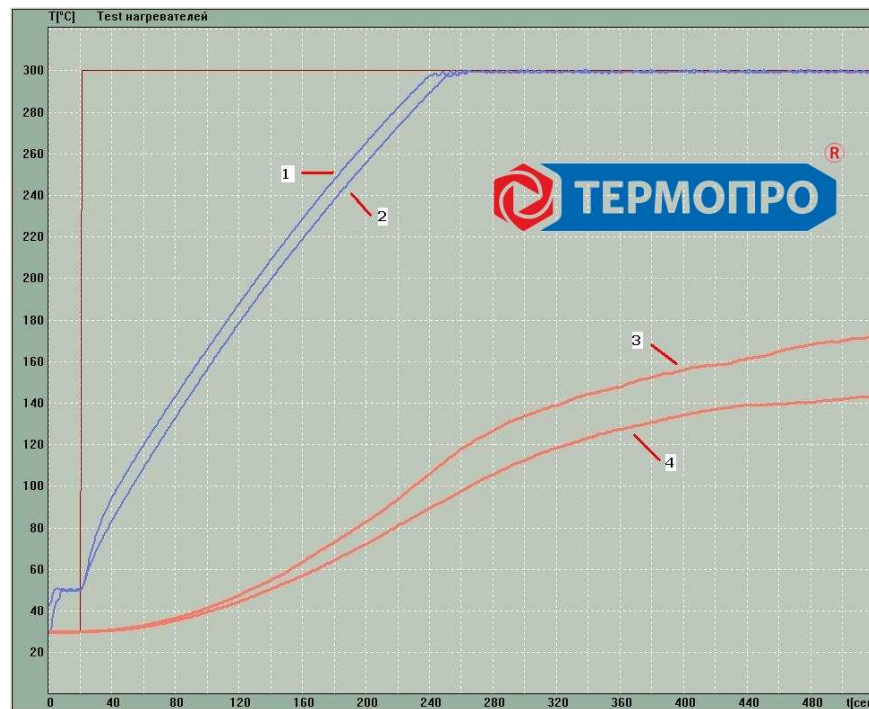
СВОЙСТВА ИК ИЗЛУЧЕНИЯ В ДИАПАЗОНЕ ВОЛН 2-10мкм

Это так называемый средний (невидимый) диапазон спектра ИК излучения. В таком диапазоне наиболее эффективно использование керамики, нагретой до температуры 150 - 400°C. Керамические нагреватели термостола ИКТ-245 ПРО работают в нужном диапазоне ИК волн 2-10мкм. В этом ИК диапазоне разные компоненты и материалы платы имеют малую отражающую способность, что позволяет нагревать их равномерно, а ведь мы хотим добиться именно этого. Часто применяемые в недорогих термостолах кварцевые нагреватели излучают в видимом диапазоне ИК спектра, а отражающая способность разных компонентов и материала платы в таких лучах уже сильно отличается, в результате равномерность нагрева ухудшается. Также в видимом диапазоне ИК гораздо сильнее проявляется эффект затенения малых компонентов большими, а это также усугубляет неравномерность нагрева платы.

Термостолы НП 34-24 ПРО оснащены алюминиевой нагревательной поверхностью. Алюминий отражает до 98% ИК лучей, в зависимости от качества обработки поверхности, следовательно, нагревать плату с помощью алюминия менее эффективно. По этой причине рабочая поверхность термостолов НП 34-24 ПРО покрыта специальным дорогостоящим термостойким покрытием, которое при нагреве имеет оптимальный спектр излучения именно в диапазоне волн 2-10мкм.

Для оценки термостола с покрытием по эффективности нагрева печатной платы мы провели простой эксперимент. Сравнивались два термостола: серийный термостол НП 34-24 ПРО с покрытой алюминиевой поверхностью и точно такой же экспериментальный термостол, но без покрытия. Номинальные мощности обоих термостолов были одинаковыми.

В обоих случаях на холодную рабочую поверхность устанавливалась одна и та же печатная плата (видеокарта) на пятнадцатимиллиметровых стойках. В центре платы возле BGA был установлен термодатчик, который в процессе эксперимента не снимался. После установки платы термостол включался на температуру 300°C, при этом выход термостола на рабочую температуру осуществлялся на максимальной скорости нагрева. Результаты фиксировались с помощью программы «Термопро-Центр» в виде графиков.



- 1 – Графики разогрева серийного термостола НП 34-24 ПРО с покрытой алюминиевой поверхностью
- 2 - Графики разогрева экспериментального термостола НП 34-24 ПРО с голой алюминиевой поверхностью
- 3 - График разогрева платы на серийном термостоле НП 34-24 ПРО
- 4 - График разогрева платы на термостоле с голой алюминиевой поверхностью

Краткие комментарии к результатам эксперимента:

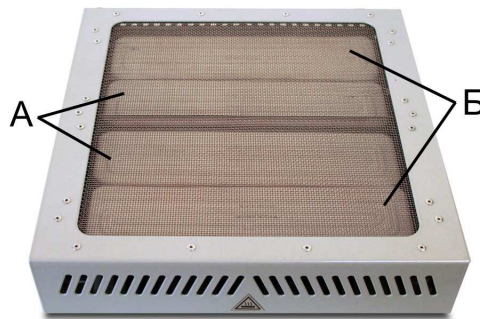
Скорость нагрева рабочей поверхности у обоих термостолов НП 34-24 ПРО составляет в среднем $1,1^{\circ}\text{C}/\text{с}$. При этом печатная плата на термостоле с покрытием греется гораздо быстрее, чем на термостоле с голой алюминиевой поверхностью. На 500-й секунде отставание температуры платы нагреваемой на «голом алюминии» составило 28°C . Таким образом эксперимент показал, что серийный термостол НП 34-24 ПРО с термостойким покрытием разогревает печатную плату примерно на 16,5% эффективнее по сравнению с таким же по мощности термостолом, но без покрытия.

Для тех, кому по какой-либо причине не подходят термостолы НП 34-24 ПРО, рекомендуем перед покупкой других изделий с алюминиевой поверхностью взглянуть на линию 4 этого графика, а также учесть более низкую удельную мощность в сочетании с плохой термоизоляцией нижней поверхности и мысленно опустить линию 4 еще ниже. В конце концов, удовольствие от работы на эффективном оборудовании длится гораздо дольше, чем кратковременная радость от дешевой покупки.

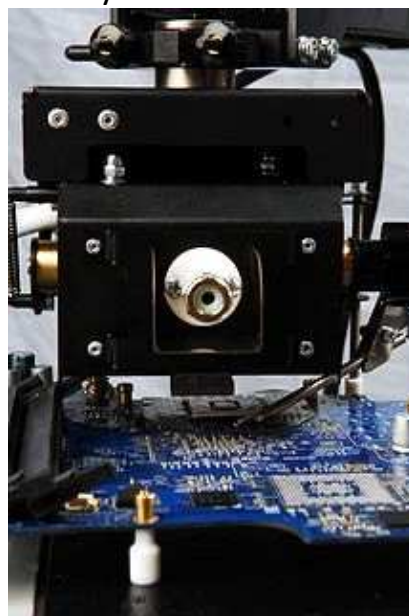
УДОБСТВО РАБОТЫ

При сравнении термостолов НП 34-24 ПРО и ИКТ-245 ПРО по фактору удобства работы наши клиенты отмечают следующее.

- Рабочая поверхность термостола НП 34-24 ПРО разделена на две равноценные зоны: левую А и правую Б. Каждая зона размером 170x240мм может быть включена или отключена по решению оператора в зависимости от рабочей ситуации. Также предусмотрен режим синхронизации температуры обеих зон. Разделение на равноценные зоны обеспечивает экономию электроэнергии и снижает тепловыделение в помещение при работе с небольшими платами.



- Рабочая поверхность термостола ИКТ-245 ПРО также разделена, но на две неравноценные зоны. Два средних нагревательных элемента образуют зону А, а два крайних — зону Б. Таким образом, при работе в зоне А плата размещается в центре термостола, а работа в зоне Б может производиться только с платами шириной менее 70мм, при этом дальняя часть зоны Б, как правило, не используется, а греется вхолостую.



- Обычно платы на поверхность термостола устанавливаются на фторопластовых стойках. При этом гораздо удобнее устанавливать плату на жесткую, ровную и большую поверхность термостола НП 34-24 ПРО, чем на сетку.

- Сетка термостола ИКТ-245 ПРО конструктивно установлена свободно и опирается на жесткие внутренние направляющие. Однако на практике неизбежные тепловые расширения вызывают небольшую деформацию сетки, что снижает удобство работы.
- Температура корпуса термостола НП 34-24 ПРО ниже, чем у ИКТ-245 ПРО – не обожжешься. Зато скорость остывания нагревателей ИКТ-245 ПРО после работы гораздо выше, чем у термостола НП 34-24 ПРО, которому для охлаждения желателен вентилятор.
- Высота корпуса термостола НП 34-24 ПРО ниже, чем у ИКТ-245 ПРО на 25 мм, поэтому при работе руки меньше находятся на весу, что более удобно.
- Термостол НП 34-24 ПРО обеспечивает возможность групповой пайки SMD - компонентов на печатные платы по термопрофилю в режиме обратной связи, что очень удобно и недорого при единичном и мелкосерийном производстве.
- Термостол НП 34-24 ПРО обеспечивает возможность ребола BGA по термопрофилю непосредственно на рабочей поверхности без помощи верхнего нагревателя. На ИКТ-245 ПРО эту операцию может проводить только оператор с большим опытом и практикой.