

# Оборудование для сборки печатных узлов с поверхностным монтажом производства ЦНИТИ «Техномаш-Трасса»

**Для производства радиоэлектронной аппаратуры новых поколений с высоким уровнем надежности и уменьшенными массогабаритными характеристиками ЗАО ЦНИТИ «Техномаш-Трасса» разрабатывает оборудование и материалы для технологии поверхностного монтажа для мелкосерийного и среднесерийного производства.**

**Валерий Кузьмин,  
Елена Кузьмина**

trassa-smd@yandex.ru

В настоящее время в странах СНГ основным видом производства электронной аппаратуры является мелкосерийное и среднесерийное производство, а основные производители аппаратуры — малые предприятия, имеющие ограниченные финансовые ресурсы и, в силу этого, не имеющие возможности вкладывать в оснащение производства значительные средства. Применение в условиях мелко- и среднесерийного производства высокопроизводительного импортного оборудования далеко не всегда экономически целесообразно. Несомненно высокая стоимость импортного оборудования по сравнению с отечественным того же класса делает отечественное оборудование вполне конкурентоспособным, а во многих случаях — единственным оправданным выбором.

## Нанесение паяльной пасты

Нанесение паяльной пасты, как правило, осуществляется методом трафаретной печати или дозирования. Однако способ нанесения пасты дозатором очень непроизводителен по сравнению с нанесением через трафарет и может быть рекомендован только в отдельных случаях — при сборке единичных образцов ПУ или при их ремонте, а также

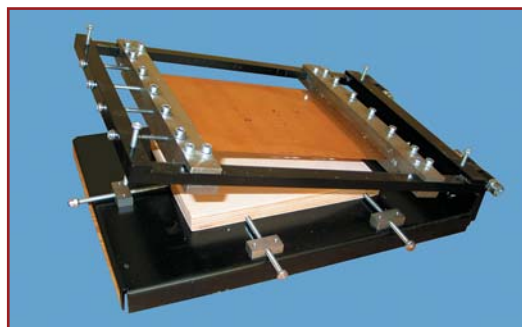
в случае, если нанесение паяльной пасты через трафарет невозможно из-за конструктивных особенностей ПУ.

ЗАО ЦНИТИ «Техномаш-Трасса» предлагает два вида устройств трафаретной печати: «S.M.D.-Трасса-4302» и «Трасса-43025». Устройства трафаретной печати «S.M.D.-Трасса-4302» (рис. 1) предназначены для нанесения паяльной пасты на контактные площадки печатных плат с помощью ракеля через трафарет из фольги. Устройство позволяет с помощью призматического зажима крепить фольговый трафарет, производить его натяжение и необходимые регулировки для обеспечения параллельности плоскостей фольги и печатной платы, регулировать зазор между трафаретом и печатной платой и обеспечивать совмещение отверстий трафарета с контактными площадками печатной платы.

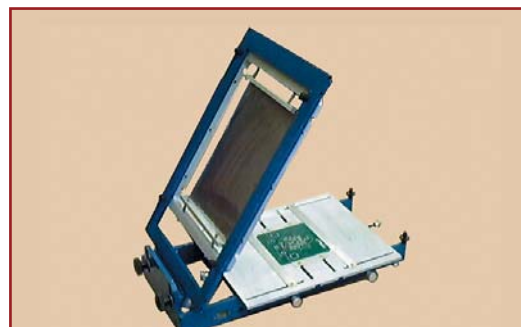
В таблице 1 приводятся четыре типоразмера этой модификации.

Для многономенклатурного производства, когда в течение смены приходится несколько раз менять трафарет, удобно использовать устройство «Трасса-43025» (рис. 2). Устройство позволяет крепить и натягивать на сменной рамке трафарет из фольги.

Смена трафарета сводится к установке рамки с заранее натянутым трафаретом с помощью четы-



**Рис. 1.** Устройства трафаретной печати «S.M.D.-Трасса-4302»



**Рис. 2.** Устройства трафаретной печати «Трасса-43025»

**Таблица 1.** Типоразмеры устройства трафаретной печати «S.M.D.-Трасса-4302»

	«S.M.D.-Трасса-43021»	«S.M.D.-Трасса-43022»	«S.M.D.-Трасса-43023»	«S.M.D.-Трасса-43024»
Максимальный размер печатной платы, мм	160×300	210×350	260×400	360×500
Максимальный размер рабочего поля печатной платы (зона нанесения паяльной пасты), мм	100×200	150×250	200×300	300×400
Размер устройства, мм	200×425	250×475	300×575	400×625



**Рис. 3.** Устройство для дозирования вязких композиций «Трасса-4314»

**Таблица 2.** Технические характеристики устройства трафаретной печати «Трасса-43025»

Максимальный размер печатной платы, мм	200×300
Максимальный размер рабочего поля печатной платы (зона нанесения паяльной пасты), мм	200×300
Размер трафарета, мм	210×310

рех винтов. Кроме того, такой способ смены трафарета позволяет значительно продлить срок службы трафарета. Технические характеристики этого устройства приведены в таблице 2.

Устройство для дозирования вязких композиций «Трасса-4314» (рис. 3) позволяет не только наносить паяльную пасту, но и дозировать различные смолы и компаунды. Как пример можно привести заливку ПУ компаундами для повышения их устойчивости к механическим и климатическим воздействиям.

Регулировка выходной дозы осуществляется тремя способами:

- величиной давления в баллоне со смолой с помощью редуктора;
- выбором диаметра насадки шприца;
- временем подачи давления с помощью реле времени.

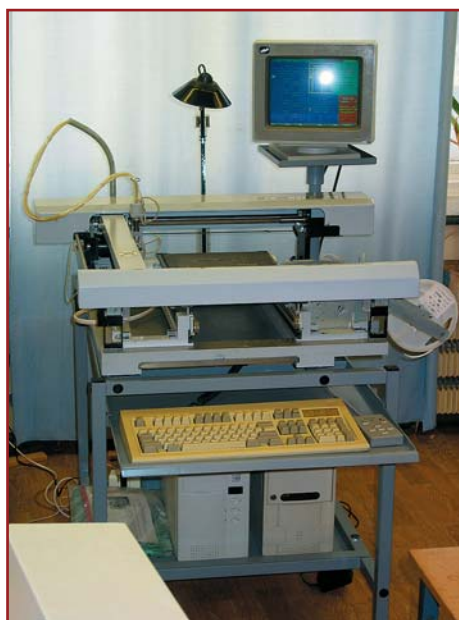
Дозатор имеет автоматический и ручной режимы работы. При автоматическом режиме время подачи давления устанавливается с помощью реле времени. В ручном режиме время подачи давления определяется временем нажатия кнопки «Сброс» или ножной педали.

Для того чтобы композиция под собственной тяжестью не вытекала из баллона, в перерывах между подачами давления в дозаторе предусмотрена система подачи на это время вакуума в баллон. Величина разряжения регулируется с помощью эжектора.

Дозатор использует внешний источник сжатого воздуха с давлением до 6 бар.



**Рис. 4.** Пинцет вакуумный «S.M.D.-Трасса-4301» с оснасткой



**Рис. 5.** Установка поверхностного монтажа ЭВ-8317-2М

## Установка ПМ ИЭТ на печатные платы

Следующей операцией в типовом технологическом процессе производства ПУ с ПМ является установка ПМ ИЭТ на печатные платы. Это одна из основных операций в технологии монтажа на поверхность. Ручная сборка при поверхностном монтаже затруднительна вследствие малых размеров монтируемых элементов (чип-резисторов, конденсаторов), высоких требований по точности установки корпусов с большим количеством выводов (корпуса PLCC и др.).

Поэтому монтаж ПУ с ПМ с применением стандартного радиомонтажного инструмента практически не применяется. Даже для изготовления единичных образцов и мелких серий ПУ применяют специальную оснастку и оборудование.

Для этих целей используются пинцеты вакуумные «S.M.D.-Трасса-4301» с различной оснасткой (рис. 4).

Скорость установки элементов при работе с подобными пинцетами составляет 600–1000 SMD-элементов в час. Поэтому во многих случаях, даже для крупного производства достаточно иметь рабочие места монтажников, оснащенные подобными пинцетами и оснасткой. Установка элементов монтажниками с помощью вакуумных пинцетов, несмотря на очевидные преимущества экономического характера, имеет существенный недостаток — ошибки человека при установке элементов. От этого недостатка практически полностью свободны автоматы установки элементов.

Установку поверхностного монтажа ЭВ-8317-2М, производимая в «НП ОКБМ», г. Витебск, Белоруссия (партнер ЦНИТИ «Техномаш-Трасса»), предназначена для автоматического монтажа на поверхность печатной платы широкого диапазона поверхностно-монтируемых элементов из ленты шириной 8, 12 и 16 мм, а также нанесения заданной дозы клея (пасты) при замене монтажной головки на головку дозатора клея (рис. 5).

Установка состоит из координатного устройства и устройства управления на базе персонального компьютера. В основе работы установки лежит принцип перемещения монтажной головки по координатам X и Y с помощью шаговых электродвигателей с дискретностью 0,025 мм. Монтажная го-

**Таблица 3.** Технические характеристики установки поверхностного монтажа ЭВ-8317-2М

Наибольший ход монтажной головки, мм	400×360
Размер рабочего поля печатной платы (при установке всех питателей)	400×280
Погрешность установки радиоэлементов, мм	±0,15
Производительность, эл/ч	2000
Угол разворота радиоэлемента	0...315° с дискретностью 45°
Типы корпусов устанавливаемых радиоэлементов	0603, 0805, 1206, SOT23, SOT143, SOD110, SOD323, SOD123
Количество устанавливаемых питателей, шт.	40



ловка обеспечивает вакуумный захват радиоэлемента из питателя, поворот на требуемый угол, центрирование, перенос и опускание на поверхность печатной платы. Предусмотрен контроль наличия элемента при захвате, переносе и монтаже. Технические характеристики установки поверхностного монтажа ЭВ-8317-2М приведены в таблице 3.

### Пайка оплавлением паяльной пасты

Процесс пайки ПМ ИЭТ на печатной плате производится с помощью ИК-нагрева и (или) конвекции. Основным механизмом передачи тепла, используемым в установках пайки с ИК-нагревом, является излучение. Передача тепла излучением имеет большое преимущество перед теплопередачей за счет теплопроводности и конвекции, так как это единственный из механизмов, обеспечивающий передачу тепловой энергии по всему объему монтируемого устройства.

В процессе пайки ИК-излучением скорость нагрева регулируется изменением мощности каждого излучателя и скорости движения транспортера с ПП. Поэтому термические напряжения в компонентах и платах могут быть снижены посредством постепенного нагрева элементов.

Основным недостатком пайки с ИК-нагревом является то, что количество энергии излучения, поглощаемой компонентами и платами, зависит от поглощающей способности материалов, из которых они изготовлены, поэтому нагрев осуществляется неравномерно в пределах монтируемого устройства. Пайка кристаллоносителей без выводов или с J-образными выводами может оказаться невозможной в установках с ИК-нагревом, если компонент непрозрачен для ИК-излучения.

В некоторых установках пайки вместо ИК-нагрева применяется предварительный нагрев воздуха, который в свою очередь передает тепло к месту пайки за счет конвекции. Этот способ пайки устраняет ряд недостат-

ков, присущих традиционной пайке с ИК-нагревом, таких как невозможность пайки компонентов в непрозрачных для ИК-излучения корпусах и с выводами, расположенными в местах, недоступных для ИК-излучения, например под корпусом микросхемы. Наиболее оптимальным является комбинированный метод переноса тепла — как за счет ИК-излучения, так и за счет конвекции. В качестве тепловых излучателей применяются ИК-лампы или панельные излучающие системы (ТЭНы).

Каждый из этих источников имеет свои достоинства и недостатки. Так, ТЭНы более инерционны, чем лампы, что увеличивает инерционность всей установки пайки. С другой стороны, ИК-лампы имеют большую неравномерность ИК-излучения по длине лампы. При определенной конструкции ТЭНов может быть достигнута равномерность излучения по ширине транспортера, т. е. по всей ширине ПП. И в том, и в другом случае тепло передается ПП и компонентам как за счет излучения (50–70%), так и за счет конвекции (30–50%).

ЦНИТИ «Техномаш-Трасса» поставляет установку инфракрасно-конвекционной пайки печатных узлов «S.M.D.-Трасса-5610», которая предназначена для пайки печатных узлов по технологии монтажа на поверхность (рис. 6).

Установка имеет пять зон нагрева. В зонах предварительного нагрева нагрев двухсторонний с возможностью отключения нижних нагревателей. Установка снабжена микропроцессорной системой управления, позволяющей поддерживать заданные режимы пайки, сохранять в памяти до десяти температурных профилей. Имеется возможность подключения внешнего термометра для измерения температуры на поверхности паяемого изделия и подключения компьютера для отображения температурных профилей на мониторе (рис. 7).

Установка снабжена конвейером из стальных пружинных тросиков с регулируемой скоростью движения. Значения всех параметров отображаются на жидкокристаллическом индикаторе. Предусмотрена возможность подключения вытяжной вентиляции.

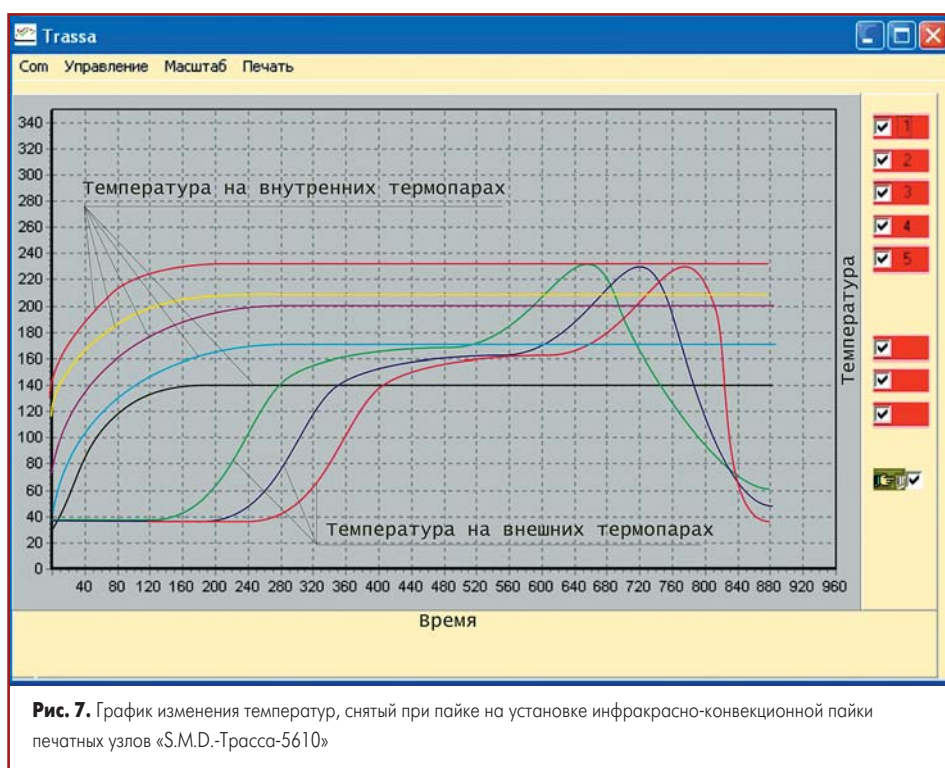
Основные технические характеристики установки инфракрасно-конвекционной пайки печатных узлов «S.M.D.-Трасса-5610» приводятся в таблице 4.

**Таблица 4.** Технические характеристики установки инфракрасно-конвекционной пайки печатных узлов «S.M.D.-Трасса-5610»

Ширина конвейера	250 мм
Температура в зоне предварительного нагрева, °С	50–220
Температура в зоне оплавления, °С	50–300
Скорость движения конвейера, мм/мин	50–250
Питание	от сети переменного тока 220 В, 50 Гц
Потребляемая мощность, кВт	не более 1
Габаритные размеры, мм	1630×465×180
Масса, кг	не более 40



**Рис. 6.** Установка инфракрасно-конвекционной пайки печатных узлов «S.M.D.-Трасса-5610»



**Рис. 7.** График изменения температур, снятый при пайке на установке инфракрасно-конвекционной пайки печатных узлов «S.M.D.-Трасса-5610»



Для оснащения участков производства печатных узлов с поверхностным монтажом ЦНИТИ «Техномаш-Трасса» производится различное оборудование и оснастка: держатели для хранения компонентов в блистерных лентах и россыпью, технологические столики и тележки и др. Например, для межоперационной транспортировки и хранения печатных плат и печатных узлов предназначена технологическая тара «S.M.D.-Трасса-43052». Эта тара изготовлена из тонкой листовой стали и имеет разную окраску, что удобно при многономенклатурном производстве (рис. 8). Имеется облегченный вариант тары, изготовленный из поликарбоната.

Кроме оборудования ЦНИТИ «Техномаш-Трасса» производит технологические материалы для пайки печатных узлов — флюсы и паяльные пасты.

Водосмываемые паяльные пасты «Трасса-9402» (ПОС-61ЛО), «Трасса-9403» (ПОСВ-45ЛО) и паяльная паста «Трасса-9401» (ПОС-61К) с неудаляемыми остатками флюсующей композиции предназначены для конструкционной и монтажной пайки различных материалов, узлов и конструктивов радиоэлектронной аппаратуры и изделий микроэлектроники.



**Рис. 8.** Технологическая тара «S.M.D.-Трасса-43052»

Водосмываемые паяльные пасты «Трасса-9402» (ПОС-61ЛО) и «Трасса-9403» (ПОСВ-45ЛО) относятся к классу абсолютно растворимых и экологически безопасных композиций 3–4 класса опасности.

В композиционный состав паяльных паст входят:

- порошковый припой (ПОС-61 или ПОСВ-45) средней дисперсности 50 мкм;
- флюсующая композиция на основе органических ингредиентов в количестве 10–17% массы;

- специальные добавки до 2% массы.

Температурный интервал активности композиции: 130–300 °С.

Температура оплавления:

- для пасты ПОС-61ЛО: 235±10 °С;
- для пасты ПОСВ-45ЛО: 150±10 °С.

Срок хранения пасты в производственных условиях (при температуре 20±2 °С и относительной влажности не выше 60%) — 1 месяц.

Паяльная паста «Трасса-9401» (ПОС-61К) с неудаляемыми остатками флюсующей композиции относится к классу неактивированных (R) композиций 3–4 класса опасности и состоит из:

- порошка припоя ПОС-61;
- флюсующей композиции на основе аминнолигандного поликонденсата абиетиновой кислоты, не вызывающей коррозии, не снижающей сопротивление изоляции и нерастворимой в воде.

При необходимости (например, при нанесении влагозащитных покрытий) остатки композиции могут быть удалены в Пропанол-2 или в ультразвуковой ванне. Температурные режимы данной пасты соответствуют режимам пасты «Трасса-9402» (ПОС-61ЛО). Срок хранения пасты в производственных условиях — 6 месяцев.