

Владимир Житенев (г. Москва)

## Паяльные станции SOLOMON (1 часть)

Все, кому по роду занятий приходится сталкиваться с ремонтом или монтажом радиоэлектронных устройств, знают, насколько важно иметь у себя на рабочем месте паяльную станцию — без сомнения, основной инструмент для радио-технических монтажно-демонтажных работ.

Современные паяльные станции свободны от традиционных недостатков обычных электропаяльников и обладают, во-первых, быстрым нагревом до рабочего состояния, а, во-вторых, имеют температурный контроль за нагревом и встроенную систему поддержания оптимального теплового режима с эффективными средствами стабилизации рабочей температуры во время пайки. Наличие широкого набора сменных головок и вспомогательных приспособлений для пайки позволяет значительно раздвинуть границы традиционного процесса пайки.

Широкий круг фирм-изготовителей (от европейских и американских — до тайваньских) предоставляет сегодня обширные возможности выбора паяльных станций, технически подходящих для выполнения любых радиомонтажных работ. Цены на такие станции (в долларовом исчислении) колеблются в весьма широких пределах.

Изделия тайваньской марки SOLOMON длительное время продаются в России через разветвленные дилерские и розничные сети ряда крупных фирм. В чем причина популярности SOLOMON? Конечно, в цене. Станции за 40-80 долларов являются естественным выбором для тех, кто ограничен в расходах, либо не нуждается в большем для выполнения конкретных (несложных) паяльных работ. Покупатели этих недорогих паяльных станций — начинающие радиолюбители, радиомонтажники, любители практической электроники, мастера по ремонту аудио-видеоаппаратуры.

В предлагаемой статье автор подробно останавливается на схе-

мотехнических решениях, особенностях конструкции и эксплуатации паяльных станций SOLOMON серий SL и SR. Богатый иллюстративный материал облегчит покупателю выбор подходящей паяльной станции, а информация о наиболее часто встречающихся неисправностях паяльных станций и методах их устранения позволит долго и эффективно их эксплуатировать.

### Паяльные станции SL-10, SL-20, SL-30

Паяльные станции этой серии, предназначены как для радиолюбителей — электронщиков, так и для специалистов ремонтных служб с относительно небольшим объемом работы. Вследствие невысокой стоимости, высокой надежности и простоты эксплуатации станции широко применяются в радиомонтажных цехах с большим количеством радиомонтажников.

Эти паяльные станции предназначены для пайки при поддержании постоянной температуры жала паяльника в пределах от 150 до 480°C с точностью 2-3°C. Точность обеспечивается температурным датчиком, расположенным в корпусе нихромового проволочного нагревательного элемента типа SL-H (рис. 1) рядом с жалом паяльника, и электронно-цифровой системой регулирования температуры основного блока.



Рис. 1. Нихромовый проволочный нагревательный элемент типа SL-H



Рис. 2. Керамический нагревательный элемент SL-CMCH

Кроме паяльных станций с традиционным проволочным нагревательным элементом, SOLOMON в рамках серии SL представляет новые станции SL-10CMC, SL-20CMC и SL-30CMC с керамическим нагревательным элементом SL-CMCH (рис. 2). Технические параметры данных станций не отличаются от базовых моделей SL-10, SL-20 и SL-30, но благодаря расположению нагревательного элемента в максимальной близости от точки пайки значительно улучшены характеристики нагрева жала и гарантирована постоянная температура при пайке.

Динамические характеристики нагрева паяльных станций типа CMC улучшены за счет использования новых схмотехнических решений и усовершенствованной конструкции паяльника. Объемный керамический нагреватель вводится в полость металлического паяльного жала, благодаря чему термочувствительный элемент приближен к фактической точке пайки. Следует подчеркнуть, что термин «керамический нагреватель» не обязательно подразумевает специальную зависимость сопротивления нагревателя от температуры (как это имеет место, например, в керамических нагревателях ERSA). Основными достоинствами CMC-паяльников SOLOMON, кроме постоянства сопротивления его керамического нагревателя, являются технологичность изготовления и невысокая цена.

Система регулирования температуры фактически исключает риск выхода из строя элементов монтажа при несоблюдении требований технологического процесса по максимальной температуре жала паяльника. Это особенно актуально при монтаже дорогостоящих элементов и оборудования, критичных к перегреву.



Рис. 3. Унифицированный паяльник SL-I (24 В 2 А)

Станции SL-10, SL-20 и SL-30 комплектуются унифицированным паяльником SL-I (24 В, 2 А) (рис. 3), подключаемым к основному блоку через 5-контактный разъем. Питание паяльника осуществляется через понижающий трансформатор, который обеспечивает гальваническую развязку паяльника от первичной сети. В паяльных станциях типа СМС применен модернизированный паяльник SL-I СМС с керамическим нагревателем (рис. 4). Паяльники полностью взаимозаменяемы по техническим характеристикам и схеме включения. Однако жала для паяльников SL-I и SL-I СМС принципиально различаются. Если в нагреватель типа SL-I жало вставляется внутрь, то при использовании керамического нагревателя SL-СМСН жало надевается поверх нагревателя. Жало изготовлено из меди и покрыто никелем.



Рис. 4. Паяльник SL-I СМС с керамическим нагревателем

Модели SL-10ESD, SL-20ESD и SL-30ESD имеют дополнительный разъем заземления, снимающий заряды статического электричества, и комплектуются паяльником с заземленным жалом, что позволяет проводить любые паяльные работы со сверхчувствительными компонентами. Станция SL-30СМС имеет антистатическую модель с терминалом для заземления SL-30 СМС ESD.

### Технические характеристики станций SL-10/20/30:

- Напряжение питания: 220 В.

- Потребляемая мощность: 48 Вт.
- Температурный режим пайки: SL-10 150°C...450°C. SL-20 150°C...420°C. SL-30 160°C...480°C.
- Напряжение питания паяльника: 24 В.
- Размер: 170 × 116 × 96 мм.
- Вес: 1,9 кг.

### Состав паяльных станций:

- основной блок с держателем паяльника;
- электрический паяльник;
- запасное жало.

Паяльные станции SL-10, SL-20, SL-30 различаются типами индикаторных устройств, отображающих температуру паяльника в данный момент времени.

В станции SL-10 индикатор практически отсутствует: температура жала паяльника задается с помощью движкового потенциометра по линейной шкале. Индикация нагрева паяльника осуществляется по загоранию светодиода, конструктивно расположенного в ручке потенциометра. В станции SL-20 температура жала также задается потенциометром (на этот раз вращающимся), в качестве индикатора используется линейная светодиодная шкала. Наконец, в станции SL-30 применяется цифровой 3-разрядный индикатор. Применение микросхемы АЦП в схеме индикатора в значительной мере увеличивает как точность индикации температуры жала, так и точность установки заданной температуры.

Паяльная станция Solomon SL-10 (рис. 5) является самой простой из серии SL, однако схемотехнические решения, заложенные в ней, используются и в более сложных станциях.

Принципиальная схема паяльной станции SL-10 приведена на рис. 6. Напряжение с термопары ТП, расположенной в нагревательном элементе паяльника, подается на неинвертирующий вход операционного усилителя, выполненного на одной половине микросхемы DA1 LM358. Коэффициент усиления каскада определяется цепью ООС (резисторы R3-R5) и регулируется подстроечным резистором R3.



Рис. 5. Паяльная станция «Solomon SL-10»

Выходное напряжение DA1.1, пропорциональное температуре жала паяльника, подается на вход DA1.2. На инвертирующий вход DA1.2 одновременно подается напряжение с потенциометра RV1, выполняющего роль задатчика температуры. DA1.2, выполненный на второй половине МС LM358, в данной схеме выполняет функции компаратора напряжения. Выходное напряжение DA1.2 управляет схемой коммутации на транзисторах TR2, TR3. Стабилизация напряжения задатчика осуществляется с помощью параметрического стабилизатора, выполненного на транзисторе TR1.

Управляющим элементом, коммутирующим ток нагревательного элемента паяльника, является симистор TR4 типа BT136-600E. После включения паяльной станции температура паяльника невелика, напряжение на выходе DA1.1 близко к нулю; при этом напряжение на выходе DA1.2 отсутствует. Транзистор TR2 закрыт, транзистор TR3 открыт, что приводит к открыванию симистора TR4 и нагреву паяльника. По мере нагрева жала паяльника напряжение на выходе DA1.1 увеличивается до тех пор, пока не превысит задающее напряжение на инвертирующем входе DA1.2. Появляющееся при этом на выходе DA1.2 положительное напряжение открывает транзистор TR2; транзистор TR3 закрывается — нагрев паяльника прекращается. Далее схема работает в режиме автоматического поддержания заданной температуры.



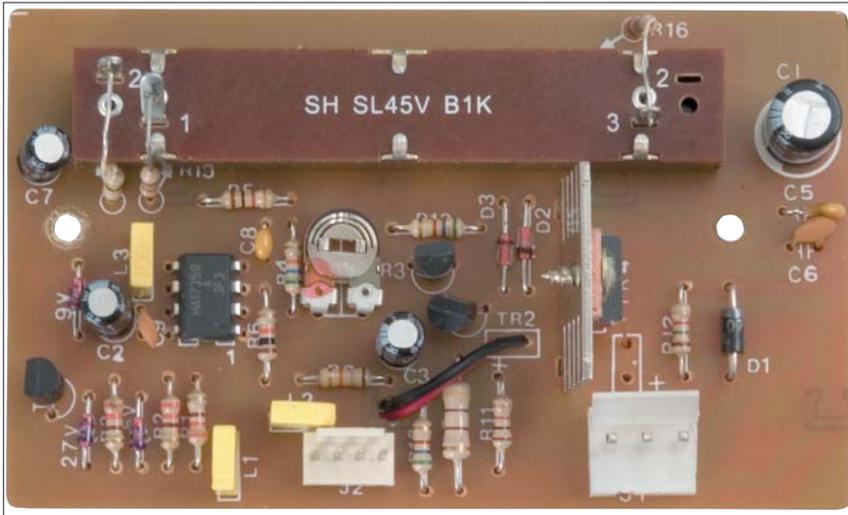


Рис. 7. Печатная плата паяльной станции SL-10

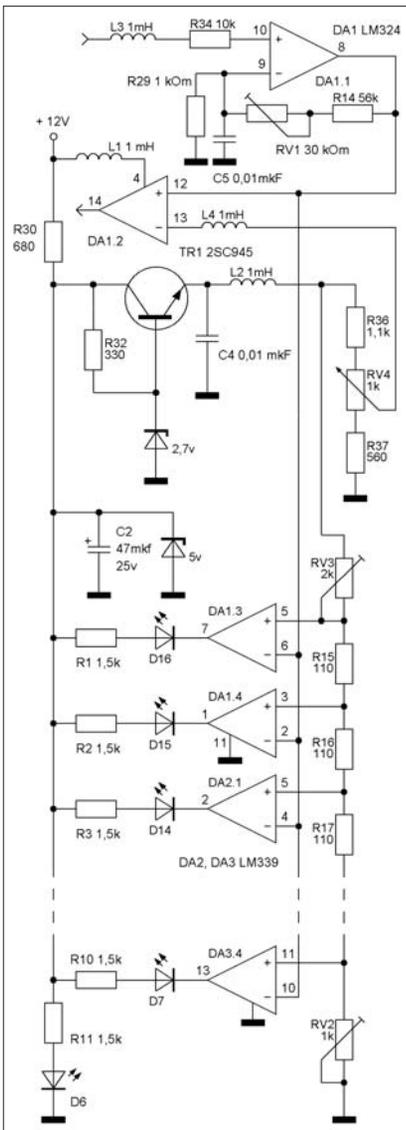


Рис. 8. Принципиальная схема индикатора температуры паяльной станции SL-20

разъемом J2 печатной платы шлейфом.

Существенным недостатком паяльной станции SL-10 является отсутствие индикатора температуры жала паяльника. Светодиод D5, индицирующий подачу напряжения на нагревательный элемент, не дает представления о температуре паяльника. Между тем, информацию о температуре жала легко получить, измеряя выходное напряжение на выходе усилителя термопары.

В паяльной станции SL-20 в качестве индикатора температуры

жала паяльника применен светодиодный шкальный индикатор. Индикатор представляет собой линейную шкалу, состоящую из 10 светодиодов с шагом индикации 30 градусов. Диапазон индикации температуры жала паяльника 150...420°C.

Принципиальная схема индикатора температуры паяльной станции SL-20 показана на рис. 8. В отличие от станции SL-10 в качестве усилителя термопары DA1.1 применена микросхема LM324, состоящая из четырех операционных усилителей. На втором ОУ DA1.2 выполнена схема сравнения; датчик температуры выполнен на резисторе RV4 по схеме, аналогичной SL-10, однако вместо движкового потенциометра здесь применен обычный поворотный типа 16K1 (1 кОм) с линейной характеристикой.

Индикатор температуры содержит 10 компараторов напряжения, неинвертирующие входы которых подключены к соответствующим точкам многоступенчатого делителя напряжения RV3, R15 — R23, RV2, а все инвертирующие входы — к выходу усилителя термопары DA1.1. Выходы компараторов управляют светодиодной линейкой D7-D16 с соответствующими ограничительными резисторами R1-

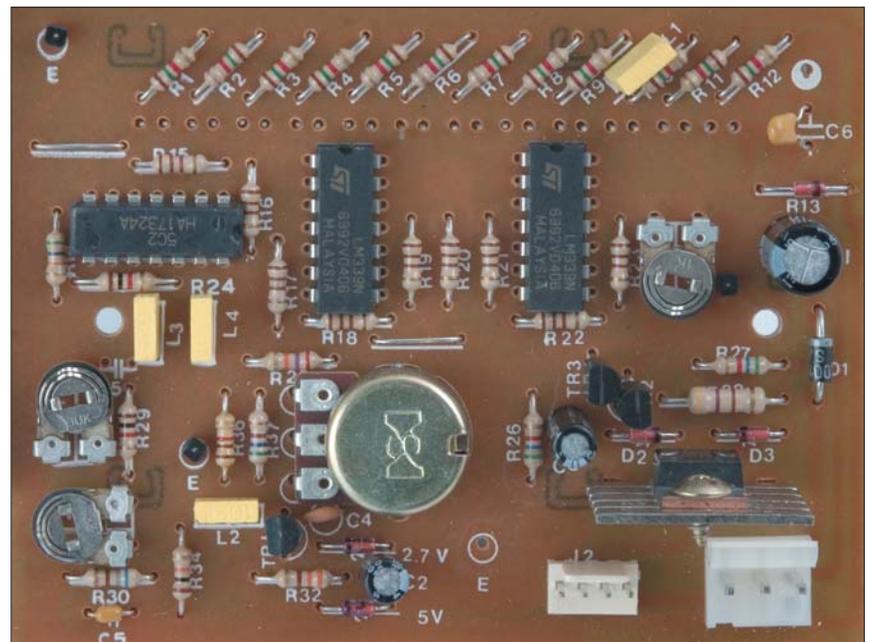


Рис. 9. Печатная плата паяльной станции SL-20

R10. Источником опорного напряжения является параметрический стабилизатор на транзисторе TR1, служащий одновременно датчиком опорного напряжения для регулятора RV4. В схеме индикатора используются микросхемы DA2, DA3 типа LM339, включающие в свой состав по 4 прецизионных компаратора напряжения. Операционные усилители DA1.3, DA1.4 также используются в качестве компараторов напряжения для индикации двух высших разрядов индикатора.

Светодиод D6 — зеленого цвета, служит индикатором включения паяльной станции, а D5 — красного цвета (как и в схеме SL-10), он индицирует подачу напряжения 24 В на нагреватель паяльника. Оба светодиода встроены в линейку индикатора температуры.

Остальная часть принципиальной схемы паяльной станции SL-20 полностью соответствует схеме станции SL-10 (за исключением схемных обозначений соответствующих элементов принципиальной схемы). Все элементы принципиальной схемы, включая переменный резистор RV4, смонтированы на печатной плате (рис. 9).

Станция «Solomon SL-20» выпускается как с нихромовым провололочным нагревателем и монолитным медно-никелевым жалом, так и с керамическим нагревателем с

интегрированной термопарой SL-20CMC (рис. 10).

В усовершенствованной модели «Solomon SL-30» (рис. 11) имеется индикация температуры на цифровых семисегментных светодиодных индикаторах. Индикатор выполнен на базе микросхем CA3162E и CA3161E фирмы INTERSIL. Диапазон рабочих температур станции — 160...480°C; погрешность — 2...3°C. Станция SL-30 выпускается как с нихромовым, так и с керамическим нагревателем (SL-30CMC). В модели SL-30ESD предусмотрен дополнительный разъем заземления.

Микросхема CA3162E представляет собой высокоточный интегрирующий АЦП на 3 десятичных разряда с мультиплексным двоично-десятичным выходом. Диапазон измерения входных сигналов от -99 мВ до +999 мВ с функцией автоматического определения полярности и индикацией перегрузки как в отрицательной (-), так и в положительной области измерения (EEE), идеально подходит для измерения температуры жала паяльной станции. Микросхема обладает высокоимпедансными дифференциальными входами, высокой дифференциальной линейностью. Мультиплексируемые двоично-десятичные выходы и драйверы разрядов обеспечивают легкое согласование с внешними драйверами

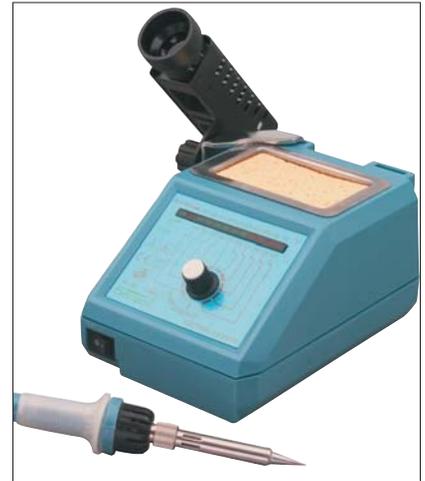


Рис. 10. Паяльная станция «Solomon SL-20CMC»

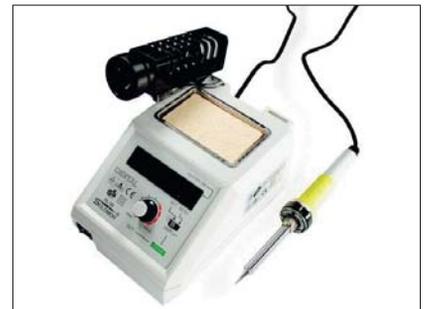


Рис. 11. Паяльная станция «Solomon SL-30»

индикаторов CA3161E. Для работы в режиме динамической индикации микросхема имеет три отдельных выхода стробирования разрядов.

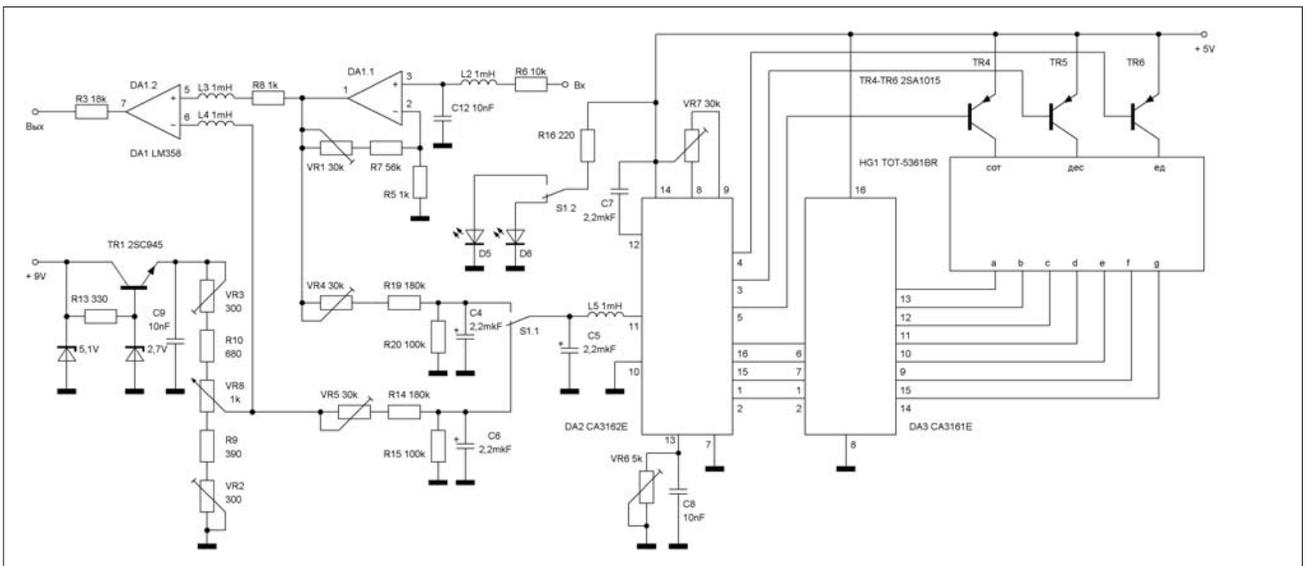


Рис. 12. Принципиальная схема индикатора паяльной станции SL-30

Микросхема CA3161E представляет собой дешифратор двоично-десятичного кода в семисегментный код и драйверы индикаторов. Двоично-десятичный 4-разрядный код поступает на входы данных дешифратора с выхода АЦП.

На рис. 12 показана принципиальная схема индикатора паяльной станции SL-30. Здесь, как и в станции SL-10 в качестве усилителя сигнала термодпары применен двоярный операционный усилитель LM358 (DA1). Регулировка коэффициента усиления каскада на DA1.1 производится подстроечным резистором VR1.

Выходной сигнал усилителя термодпары, пропорциональный температуре жала паяльника, снимается с выхода DA1.1 и через регулируемый делитель напряжения VR4 R19 R20 C6 поступает на вход АЦП CA3162 (DA2). Через аналогичный делитель VR5 R14 R15 C6 на вход АЦП подается постоянное напряжение с датчика температуры. Переключателем S1.1 выбирается режим индикации станции — установка температуры либо контроль температуры жала. Вторая группа контактов переключателя S1.2 включает соответствующую индикацию режима работы станции — зеленый или красный светодиодный индикатор. Конденсаторы C4, C6 вместе с цепочкой C5, L5 сглаживают измеряемое напряжение и устраняют импульсные помехи на входе АЦП.

С помощью резистора VR7 устанавливаются нулевые показания индикатора при отсутствии напряжения на входе АЦП; резистор VR6 корректирует точность показаний АЦП. Конденсатор C7 — интегрирующий конденсатор АЦП.

Динамическая индикация устройства осуществляется следующим образом.

Помимо информации о температуре, преобразованной АЦП в двоично-десятичный код, АЦП вырабатывает стробирующие импульсы, сдвинутые друг относительно друга на треть периода. Эти импульсы последовательно поступают на анодные ключи TR4-TR6 индикатора HG1 типа TOT-5361BR. Одновременно, синхронно со

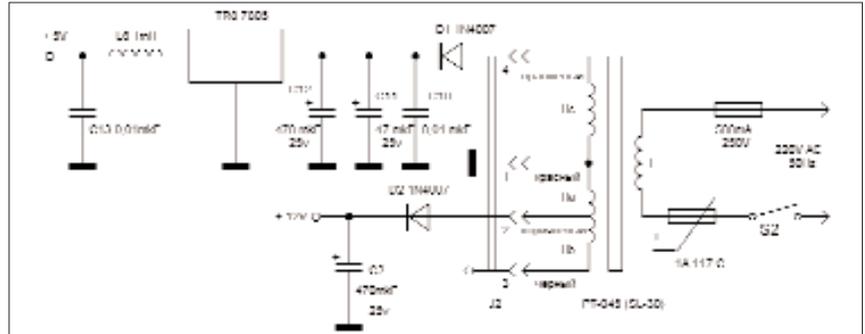


Рис. 13. Принципиальная схема источника питания станции SL-30

стробирующими импульсами, на входы преобразователя CA3161 поступает двоично-десятичный код цифры соответствующего разряда. Преобразованный в семисегментный, этот код подается на индикатор HG1, формируя нужную цифру в соответствующем разряде индикатора. В качестве анодных ключей индикатора применены транзисторы 2SA1015.

Задатчик температуры паяльной станции SL-30 выполнен на резисторах VR3, R10, VR8, R9, VR2. Источник опорного напряжения — параметрический стабилизатор на транзисторе TR1 типа 2SC945, аналогичный предыдущим станциям. Подстроечными резисторами VR2 и VR3 устанавливаются, соответственно, нижний и верхний пределы установки заданной температу-

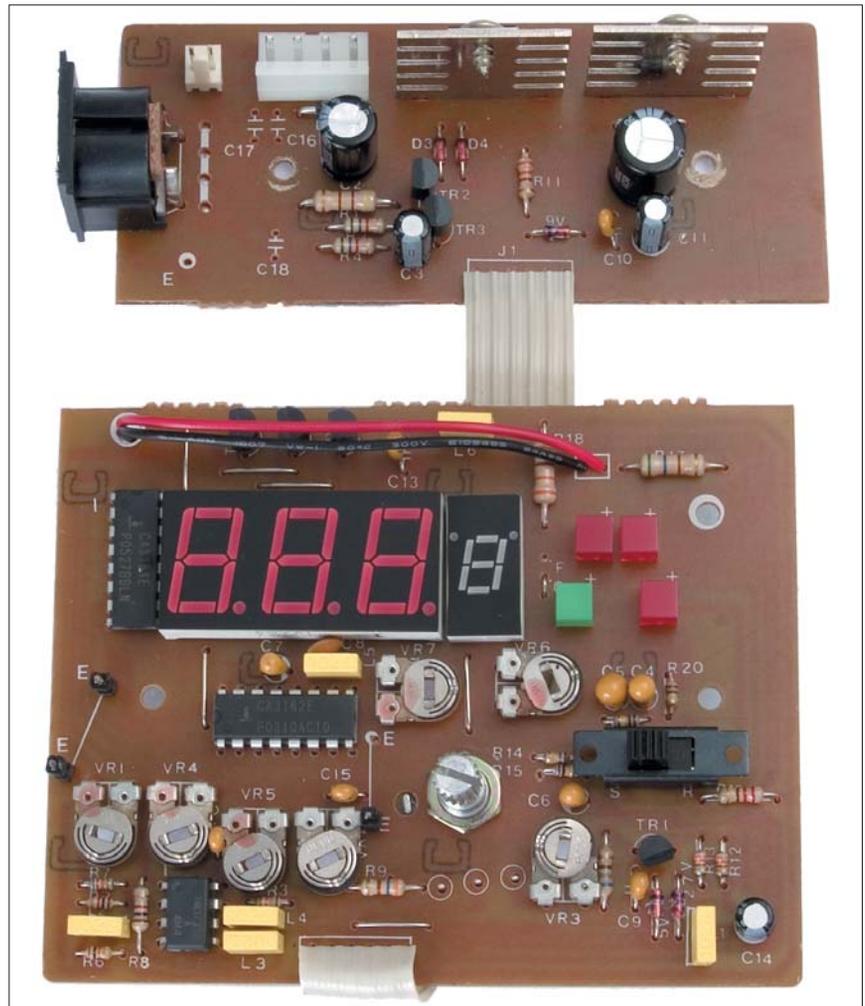


Рис. 14. Печатные платы паяльной станции SL-30

ры. Потенциометр VR8 — задатчик температуры типа 16K1 (1 кОм) с линейной характеристикой.

Применение ИМС и светодиодных индикаторов в качестве индикатора температуры вызвало необходимость в дополнительном источнике питания. Поэтому в паяльной станции SL-30 применяется трансформатор питания типа PT-045 с дополнительной обмоткой IIC, формирующей напряжение 7 В и максимальным током 0,7 А. После выпрямления диодом D1 напряжение поступает на микросхему стабилизатора TR8 типа 7805. Выходное напряжение стабилизатора +5 В обеспечивает питание DA2, DA3 и индикатора HG1. Принципиальная схема источника питания станции SL-30 показана на рис. 13.

Конструктивно все элементы принципиальной схемы смонтированы на двух печатных платах, соединенных между собой шлейфом (рис. 14). На основной плате расположены усилитель термпары, компаратор, комплект микросхем с индикатором, задатчик температуры. На силовой плате — схема управления симистором, выпрямители и стабилизатор напряжения +5 В. Микросхема стабилизатора TR8 и симистор TR7 установлены на малогабаритных пластинчатых радиаторах HS314. Дополнительная плата соединяется с трансформатором питания с помощью 4-штырькового разъема J2; выходной разъем для подключения паяльника J3 расположен непосредственно на дополнительной плате. На основной плате расположен индикатор нагрева паяльника, выполненный на двух

светодиодах типа L-1553 красного цвета и подключаемый к дополнительной плате разъемом J4.

Индикатор температуры — TOT 536 YBR (его распространенный аналог — BA56-12). Индикатор температуры выполнен на семи-сегментном светодиодном индикаторе типа SA03-11, установленном на основной печатной плате (децимальными точками вверх). Питание +5 В подается на задействованные сегменты индикатора a, b, c, d и децимальную точку через дополнительный резистор R18 номиналом 220 Ом.

Следуя директивам стандартов RoHS (Restriction of Hazardous Substances) и WEEE, согласно которым, начиная с 1 июля 2006 года, все электронные компоненты должны производиться с соблюдением жестких экологических норм, компания SOLOMON приступила к выпуску новых моделей паяльных станций серии SL.

Директива RoHS, ограничивающая использование опасных веществ, применительно к электронной промышленности, означает принудительный переход на бессвинцовые технологии пайки, что предполагает использование среднетемпературных припоев на основе олова с добавлением меди, серебра, висмута и сурьмы. В отличие от свинцовосодержащих припоев с температурой плавления 180...200°C у этих сплавов температура плавления существенно выше.

Новая модификация паяльных станций SL-NI предназначена для работы с бессвинцовыми сплавами: SnCu, SnAg, SnAgCu (сплавы для

пайки, предусмотренные международным соглашением RoHS) и призвана заменить на рынке продаж станции серии SL. В паяльных станциях серии SL-NI существенно улучшена эффективность нагрева, повышена стабильность температуры жала во всех режимах работы станции. За счет применения нового типа нагревателя уменьшаются инерционность нагрева и потери при передаче тепла от нагревателя к жалу.

Новая модификация нагревателя SL-NI существенно короче используемого ранее SL-IH (SL-H). В связи с этим применяются модифицированные паяльные жала серии 621 вместо 821 серии. Соответственно, новые паяльники станций серии SL-NI имеют укороченные формы и косметически отличаются от старой серии цветом раббера.

Станции новой серии SL-NI выпускаются компанией SOLOMON с начала 2006 года. Одновременно в продажу поступили запасные паяльники, нагреватели и жала новой серии. Вместе с тем в продажу продолжают поступать нагреватели и жала предыдущей серии. Компания подтверждает, что новый товар сертифицирован и соответствует международным стандартам RoHS.

Следует отметить, что паяльники старой и новой модификаций электрически взаимозаменяемы. Поскольку основной электронный блок станций не претерпел изменений в процессе модернизации, заменой паяльника можно существенно улучшить характеристики своей станции.

*Продолжение  
в следующем номере.*

**ЧИП И ДИП**

**Паяльные станции  
аксессуары для пайки**

тел.: (495) 780-95-09; [www.chipdip.ru](http://www.chipdip.ru)

Мелкооптовый отдел **ЧИП И ДИП**  
тел.: (495) 780-95-00 **online**

