

# Применение электроизоляционной термостойкой ленты ЛЭТСАР при изготовлении кабельных жгутов

А. Фединцева<sup>1</sup>

УДК 621.315.61-418 | ВАК 2.2.2

Электроизоляционная термостойкая самослипающаяся лента ЛЭТСАР (ТУ 38.103171-80) применяется для изоляции гибких шунтов и выводов электрических машин постоянного и переменного тока, индукционных электропечей, высоковольтных трансформаторов, а также склейки, ориентирования, транспортировки и разбраковки полупроводниковых элементов, изоляции электрических кабелей, жгутов, шин и токопроводов. Лента обладает адгезией к полиэтиленовой изоляции кабеля, к ленте марки ЛЭТСАР, к стали, меди, алюминию. Благодаря высокой термостойкости (до 250 °С), электрической прочности (не менее 20 кВ/мм), стойкости к воздействию УФ-лучей, атмосферных осадков и химических агрессивных сред применение ЛЭТСАР возможно там, где использование широко распространенных материалов (изолянты ПВХ или ХБ) недопустимо.

**Л**ЭТСАР (лента электроизоляционная термостойкая самослипающаяся резиновая радиационной вулканизации) выпускается двух марок:

- марка «К» – лента красного цвета, предназначена для применения в интервале температур от –50 до 250 °С, кратковременно при 300 °С;
- марка «Б» – лента белого цвета, предназначена для применения в интервале температур от –50 до 200 °С, кратковременно при 250 °С.

По профилю сечения различают прямоугольную («П») и фигурную («Ф») ленту.

Предлагается два типа лент:

- тип «Х» – полное слипание в течение 48 ч при температуре 25±5 °С;
- тип «Г» – полное слипание в течение 3 ч при температуре 150 °С.

По толщине лента бывает двух видов – 0,2 и 0,5 мм, что отражается в обозначении ленты – КП-0,2 или КП-0,5. Поставляется намотанной на ролики (катушки) диаметром 130–150 мм. Между резиновыми слоями прокладывается полиэтиленовая лента, препятствующая самослипанию слоев. Масса одной катушки составляет примерно 500 г.

Рассмотрим применение ленты ЛЭТСАР при изготовлении кабельных жгутов.

Для механической защиты и дополнительной изоляции кабельных жгутов широко применяют трубку ПВХ типа 305 ТВ-40, ТВ-50 и ТВ-60 (ГОСТ 19034-82). Однако с ней

часто возникают сложности: непросто протянуть провода в трубку; высока вероятность разрыва трубки при монтаже; для крепления краев трубки (предотвратить ее скольжение по жгуту) необходимо наложить ниточные бандажки, что иногда бывает трудоемко. При изготовлении кабельных жгутов также применяют термоусадочные трубки, например типа ТУТ по ТУ 2247-011-79523310-2006.



**Рис. 1.** Тара под ленту ЛЭТСАР: сверху – внешний вид тары; снизу – упаковка внутри ящика

<sup>1</sup> ООО «НПП «ПРОТОН», главный технолог, fam@npp-proton.ru.



Рис. 2. Каждая катушка ленты в своей упаковке с инструкцией и упаковочным листом

Но и они не всегда подходят для решения поставленных задач, так как могут порваться при монтаже или приклеиться к проводам. Часто жгут в термоусадочной трубке становится жестким, что усложняет его установку на изделие. Кроме того, при термоусадке обязательно нужна вентиляция. Трубки типа 305 ТВ и ТУТ часто используют в качестве кембриков для маркировки жгутов. Следует сказать, что лента ЛЭТСАР для маркировки не подходит.

Для отработки методики применения ленты ЛЭТСАР вместо трубки типа 305 ТВ при изготовлении кабельных жгутов были проведены экспериментальные работы. В эксперименте использовались два вида ленты – КП-0,2 типа «Г» и КП-0,5. Лента КП-0,2 была изготовлена в июле 2023 года, а КП-0,5 хранилась на складе около года. Следует отметить, что, согласно ТУ на ленту, гарантийный срок хранения ленты составляет восемь месяцев со дня изготовления. Лента от производителя поступает в деревянных ящиках массой 25 кг и упакована в полиэтиленовые мешки (по пять катушек в мешке) (рис. 1). Внутри ящика вложен упаковочный лист, паспорт, инструкция по применению ленты (рис. 2). Каждая катушка имеет этикетку с указанием номера партии и даты изготовления.

Для проведения эксперимента были нарезаны провода и сформированы жгуты. Затем жгуты обматывали лентой ЛЭТСАР – вполнахлеста без удлинения, вполнахлеста с удлинением примерно на 1 / 3, с нахлестом на 70–80%, в один и два слоя (рис. 3–5). Часть жгутов оставляли полимеризоваться при комнатной температуре (примерно 25 °С) в течение 48 ч, остальные полимеризовали в сушильном шкафу при температуре 100, 150, 175 и 200 °С. Замораживали жгуты с лентой при температуре –60 °С в течение двух часов.

По результатам проведенных экспериментов можно сделать ряд выводов и рекомендаций.



Рис. 3. Жгут намотан с удлинением ленты примерно на 1 / 3



Рис. 4. Жгут намотан без удлинения ленты



Рис. 5. Обмотка лентой ЛÉTСАР жгута с ответвлением

1. Если после обмотки жгута остается лента на ролике, то ленту лучше убрать в полиэтиленовый мешок, так как к ней прилипают абсолютно все частицы, находящиеся в воздухе и на столе, что в дальнейшем ухудшает самослипание ленты.
2. Лучше всего лента самослипается при намотке с удлинением примерно на 1/3. Ширину намотки (вполнахлеста или на 70–80%) следует выбирать исходя из решаемых задач. Чем больше нахлест, тем толще слой ленты.
3. Лента не превращается в монолит после выдержки для самослипания. Но у нее отсутствует расслаивание. То есть размотать обратно ленту будет очень трудно, она будет рваться кусочками.
4. После полимеризации прокалывали ленту шилом и иглой. Место прокола при механическом воздействии не дало трещин и разрывов, даже после замораживания.
5. После заморозки жгута при температуре  $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$  лента ЛÉTСАР не изменила своих физических свойств, не растрескалась, не лопнула при изгибании, жгут остался таким же гибким, как до заморозки.
6. Для работ всегда используйте ленту с неистекшим сроком годности. Это очень важно, поскольку свежая лента хорошо прилипает к предыдущему витку, что способствует лучшему самослипанию. К сожалению, лента КП-0,5 (лежавшая на складе около года) плохо слепалась даже при прогреве на  $150\text{ }^{\circ}\text{C}$  в течение трех часов, ее можно было легко размотать, чего не должно быть.
7. При прогреве ленты при температуре выше  $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ , например  $175$  или  $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ , разницы в качестве самослипания не заметно. То есть вполне достаточно  $150\text{ }^{\circ}\text{C}$  в течение трех часов. При более низкой температуре, например  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , и увеличенном интервале

времени ( $5\text{ ч}$ ) нахождения жгута в сушильном шкафу самослипание было хуже, чем при  $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

8. Удобнее работать с лентой, если бы катушка была раза в два меньше по диаметру, по сравнению с тем, как она предлагается сейчас. На некоторых предприятиях режут ленту вдоль катушки, чтобы уменьшить ширину ленты для удобства намотки в узких местах.
9. При намотке ленты следите за тем, чтобы она ложилась ровно, без заломов, так как в заломе остается воздух и лента хуже полимеризуется. Желательно перед намоткой не пачкать руки в жире, чтобы исключить ухудшение адгезии слоев между друг другом.
10. Лента ЛÉTСАР не прилипает к проводам жгута, что обеспечивает свободный ход проводов под лентой (рис. 6).
11. При намотке ленты в два слоя навстречу друг другу жгут остается таким же мягким, гибким, что позволяет укладывать его так, как необходимо по технологии.
12. В зависимости от диаметра жгута радиус его изгиба может быть от  $0$  до  $360^{\circ}$ , если в КД и ТД допускается такой изгиб.

Лента ЛÉTСАР характеризуется влаго- и водостойкостью, стойкостью к воздействию озона, ультрафиолетовых лучей, полным отсутствием токсичности, стойкостью к воздействию ряда масел и многих химических реагентов, что говорит о бесспорном преимуществе перед трубками типов 305 ТВ и ТУТ.

Следует отметить, что эксперименты проводились с лентой ЛÉTСАР красного цвета – марки «К». По отзывам пользователей, она превосходит ленту белого цвета (марки «Б») по ряду показателей, в частности, она прочнее, толще и лучше полимеризуется (особенно лента типа «Г»).



Рис. 6. При обмотке лентой получается резиновая трубка на проводах



**ИЗДАТЕЛЬСТВО «ТЕХНОСФЕРА» ПРЕДСТАВЛЯЕТ КНИГУ:**



Белоус А.И., Паньков А.А.

**Корпусирование микросхем, полупроводниковых приборов, силовых модулей и систем в корпусе. Технологии, конструкции, оборудование**

М.: ТЕХНОСФЕРА, 2023. – 558 с. ISBN 978-5-94836-668-5

**Цена 1960 руб.**

Издано при финансовой поддержке Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации

В книге представлены систематизированные результаты детального анализа современного состояния и тенденций развития технологий корпусирования (сборки) микросхем, полупроводниковых приборов, силовых модулей и систем в корпусе. Книга ориентирована на достаточно широкую аудиторию – от студентов, аспирантов и преподавателей технических вузов, специализирующихся в области микроэлектроники, до инженеров-разработчиков микросхем и электронных систем на их основе, инженеров-технологов сборочных производств, сотрудников исследовательских лабораторий и академических институтов, руководителей предприятий радиоэлектронной отрасли. В одиннадцати тематических главах последовательно, на конкретных примерах рассмотрены все основные этапы реализации технологического маршрута процесса корпусирования – от этапа формирования многослойной металлизации на кристалле до герметизации и тестирования микросхемных приборов. Кроме описания технологических режимов, конструктивных особенностей, использованных материалов, режимов проведения технологических операций представлено также описание базового состава и технических характеристик используемого на каждом этапе технологического и измерительного оборудования. Впервые в отечественной научно-технической печати подробно изложены теоретические основы методов прецизионного измерения одного из важнейших контролируемых параметров микросхем – теплового сопротивления, представлено описание основных экспериментальных методов его измерения, описаны концепции, методы, инструменты и оборудование для калибровки испытываемых устройств в диапазоне температур. Также впервые в отечественной научно-технической печати детально рассмотрены современные концепции, технологии, методы и инструменты тестирования собранных в корпус микросхем, систем в корпусе и систем на пластине.

**КАК ЗАКАЗАТЬ НАШИ КНИГИ?**

125319, Москва, а/я 91; тел.: +7 495 234-0110; факс: +7 495 956-3346; e-mail: [knigi@technosphere.ru](mailto:knigi@technosphere.ru); [sales@technosphere.ru](mailto:sales@technosphere.ru)

**УСОТП-1**

УСТАНОВКА ДЛЯ ОТМЫВКИ В ВАКУУМЕ  
МИКРОБОРОК, ТРАФАРЕТОВ  
И ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ



**СДЕЛАНО В РОССИИ**



- Создание разрежения внутри камеры в процессе струйной отмывки и сушки
- Финишная сушка отмываемых изделий путём вакуумирования
- Ассиметричное расположение форсунок на вращающихся рампях
- Фильтрация моющего раствора в процессе струйной отмывки
- Возможность обработки отмываемого изделия паром дистиллированной воды
- Система деионизации замкнутого цикла для стадий ополаскивания
- Позволяет работать с азеотропными моющими средствами

**ПРОЦЕССЫ  
ОТМЫВКИ:**



ВОДНЫЕ



ПОЛУВОДНЫЕ



ПАРОФАЗНЫЕ

PROTECHNOLOGY.RU  
8 800 555 26 99

## ОКР «Дюна 5014»

«Разработка и освоение серии микросхем кварцевого генератора, работающего на основной гармонике резонатора»

**Серия бескорпусных микросхем IZ5014S** – интегральные микросхемы, предназначенные для использования в составе гибридной сборки в качестве активной части кварцевых генераторов. Микросхемы обеспечивают генерацию выходного сигнала заданной частоты. Микросхемы серии в составе генератора применяются в аппаратуре связи, управления, контрольно-измерительной технике.

Микросхемы поставляются в бескорпусном исполнении на общей пластине и в виде отдельных кристаллов. Технологический процесс: 0,5 мкм КМОП, два уровня поликремния и два уровня металлизации, диаметр пластин 200 мм.

### Элементная база:

- NМОП- и PМОП-транзисторы;
- диоды;
- высокоомные резисторы в слое ПКК2 1 кОм/кв;
- конденсаторы в слоях ПКК1–ПКК2.

Размер кристалла микросхем – 0,7×0,9 мм.

Стабильность частоты источников опорных колебаний оказывает существенное влияние на параметры радиоэлектронной аппаратуры. Одной из важнейших задач при создании аппаратуры является генерация стабильных электрических колебаний. Требования к опорной частоте с течением времени ужесточаются, что способствует широкому использованию и развитию кварцевых генераторов. Кварцевые резонаторы, как часть электромеханической колебательной системы кварцевого генератора, имеют высокую добротность, что позволяет создавать на их основе устройства, обеспечивающие получение требуемых параметров.

Сфера применения кварцевых генераторов достаточно обширна – это и аппаратура связи, управления, устройства навигации, и контрольно-измерительная техника.

Актуальность разработки обусловлена практическим отсутствием отечественных аналогов такого класса, возможностью расширения экспортного потенциала ОАО «ИНТЕГРАЛ» на рынке микроэлектроники, требованиями современного производства к энергосбережению, необходимостью уменьшения массы, габаритов, повышения надежности изделий электронной техники, спросом со стороны потребителей. На мировом рынке в сегменте высокочастотных прецизионных кварцевых генераторов работает небольшое число фирм из Японии, России, США, Швейцарии. Одной из самых известных фирм в данной области является фирма Seiko NPC Corporation, Япония. Серия микросхем IZ5014S является функциональным аналогом серии CF5014ALx фирмы Seiko NPC Corporation.

### Основные характеристики серии микросхем IZ5014S, производства ОАО «Интеграл»:

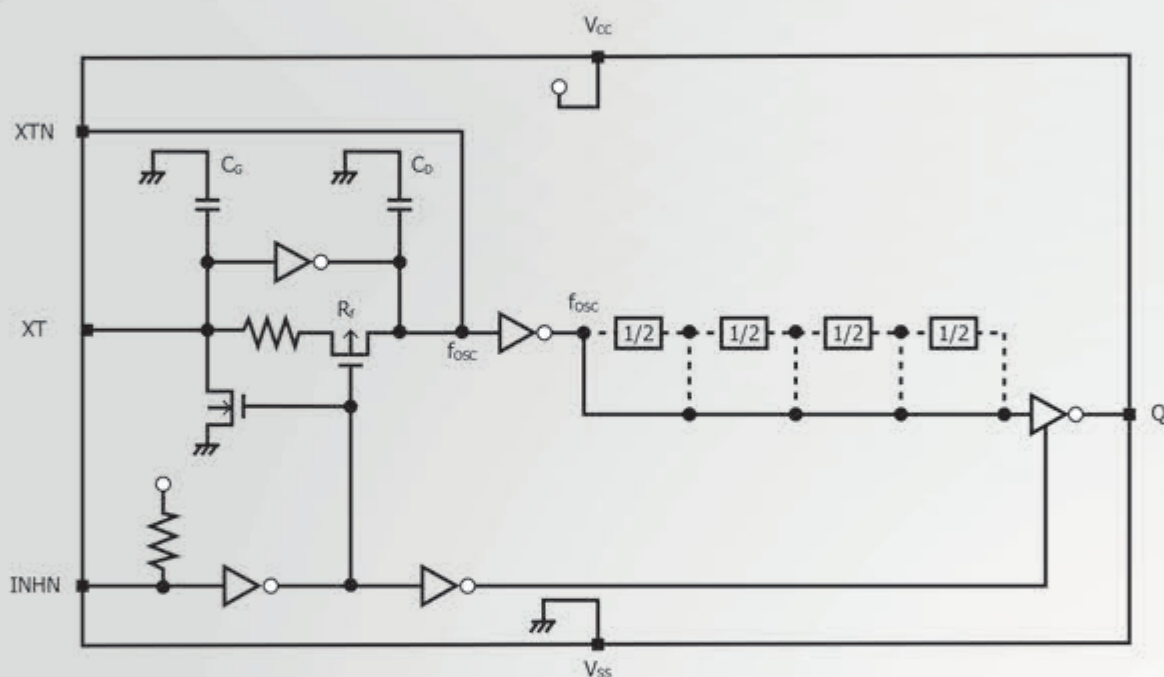
- напряжение питания UCC от 2,7 до 5,5 В,
- диапазон рабочих частот от 4 до 60 МГц (частота кварцевого резонатора,  $f_{osc}$ ),
- выходная частота ( $f_0$ ) определяется типоминалом микросхемы IZ5014S1, IZ5014S2, IZ5014S3, IZ5014S4, IZ5014S5 и составляет соответственно  $f_{osc}$ ,  $f_{osc}/2$ ,  $f_{osc}/4$ ,  $f_{osc}/8$ ,  $f_{osc}/16$ ,
- КМОП выходной сигнал,
- диапазон рабочих температур от –40 до 85 °С,
- встроенные нагрузочные емкости резонатора,
- встроенный резистор обратной связи ( $R_f$ ),
- наличие режима ожидания: остановка генератора с высокоимпедансным состоянием на выходе микросхемы,
- низкое энергопотребление в режиме ожидания (ток потребления в режиме ожидания менее 10 мкА).

Основной отличительной особенностью генераторов этого типа является широкий диапазон напряжений питания: 2,7 – 5,5 В при общей тенденции производителей в сторону снижения напряжения питания до 1,8 В. Другой отличительной особенностью является широкий диапазон рабочих частот применяемых кварцевых резонаторов: от 4 до 60 МГц в диапазоне температур от –40 до 85 °С. При этом при проектировании микросхем серии IZ5014S заложена возможность расширения температурного диапазона применения от –60 до 125 °С.

Еще одной отличительной особенностью серии микросхем IZ5014S является малая площадь кристалла – менее 1 мм<sup>2</sup>. Размер кристалла составляет 0,7×0,9 мм<sup>2</sup>, толщина кристалла – 220±20 мкм. Это позволяет применять данные микросхемы в миниатюрных корпусах, предназначенных для поверхностного монтажа.

**Таблица 1. Назначение выводов и контактных площадок**

Номер контактной площадки	Обозначение	Назначение
01	INHН	Вход управления частотой
02	ХТ	Вход подключения кварцевого резонатора
03	ХТН	Выход подключения кварцевого резонатора
04	V <sub>SS</sub>	Общий вывод
05	Q	Выход частоты
06	V <sub>CC</sub>	Вывод напряжения питания

**Рис. 1. Структурная схема микросхемы**

**Рис. 2. Спектральная плотность мощности фазовых шумов генераторов на базе микросхем IZ5014S1 с кварцевыми резонаторами 20 МГц и 50 МГц**
